فصل اول

کلیات و مفاهیم مدیریت تولید و عملیات

بخش اول:

۱ – سیر تحولی سیستم های تولیدی

۱-۱سیستم های تولید دستی:

در ابتدا تولید محصولات صنعتی به شکل دستی و در کارگاه های مستقل انجام می گرفت و از آنجایی که استاندارد خاصی بر قطعات و محصولات وجود نداشت هر کارگاه محصولی منحصر به فرد تولید می کرد.

۱-۲ سیستم های تولید انبوه:

مبتکر این سیستم ها هنری فورد بوده است. در این نوع سیستم تولید که در واقع مثالی از سیستم های پیوسته است محصول در حجم بالا تولید می شود و استانداردهای شخص برای قطعات محصول وضع می گردد. استقرار ایستگاه ها طبق توالی عملیات است که باید بر روی محصول انجام می شود.

✓ **نکته۱:** فورد با تغییر روش های تولید و ارائه ی روش های نوین تقریباً تمامی معایب تولید دستی را از بین برد. این معایب عبارتند از:

۱- بالا بودن قیمت محصولات که حتی با افزایش میزان تولید، قیمت محصولات کاهش نمی یابد.

۲- همسان و همشکل نبودن محصولات

۳- فقدان سیستم کنترل کیفیت

۴- عدم وجود سرمایه ی کافی در کارگاه های مستقل و کوچک جهت پژوهش و تحقیق

۱-۳ سیستم های تولید بهنگام و تولید ناب:

مدیریت بدون ضایعات یا تولید ناب مرحله جدیدی از تولید است که مزایای تولید انبوه و تولید دستی را با یکدیگر ترکیب می کند.

✓ **نکته۲**: اساس این روش را سیستم هایی از کارگران چندمهارتی و ماشین های اتوماتیک و انعطاف پذیر تشکیل می دهد.

۱-۳-۱اهداف تولید ناب:

۱- تولید با قیمت کم و در حجم بالا

۲- تولید استاندارد

۳- افزایش تنوع تولید و رفع نیاز مشتریان

۴- ایجاد حس مسئولیت در کارکنان همراه با آزادی عمل در کار

۲-۳-۱پارادایم های تولید ناب:

تولید ناب از فلسفه بهبود مستمر استفاده می کند. با استفاده از فرهنگ کار گروهی سعی دارد اتلاف های موجود در فرآیند را بیابد، تحلیل کند و از بین ببرد. اثر چنین سیستمی، کاهش زمان تولید، کارآیی بهتر پرسنل، کیفیت بالاتر، انعطاف پذیری بیشتر نسبت به بازار،عمر بیشتر ماشین آلات، سطح پایین موجودی و کاهش هزینه های سربار است.

عوامل زیر عوامل اصلی JIT می باشند که در ادامه فصل به تفصیل مورد بحث و بررسی قرار می گیرند.

۱- منابع انعطاف پذیر

۲- چیدمان سلولی

۳- سسیستم کششی

۴- کنترل تولید(کابنان، کانویپ، ترکیبی)

۵- تولید در دسته های کوچک

۶- آماده سازی سریع

۷- سطوح تولیدی یکنواخت

۸- کیفیت در مبدا

۹- نگهداری بهره ور جامع (TPM)

۱۰- زنجیره تأمین کنندگان

جدول ۱-۱ نشان دهنده تفاوت بین سیستم های تولید بهنگام و ناب با سیستم های انبوه می باشد.

شرح	تولید انبوه	تولید ناب
رضایت مشتری	توسط روش های رد وقبول انباشته با تکیه بر سطح کیفی قابل قبول برآورده می شود	با ارایه محصولات بدون نقص در زمان مورد نیاز و تعداد مورد نیاز
رهبری	فرمانبری مطلق	مشارکت گسترده پرسنل
سازماندهی	فرد گرایی و انظباط نظامی	سازماندهی مسطح بر اساس کار

		گروهی
ارتباط خارجی	بر اساس قیمت	بر اساس ارتباطات طولانی مدت
مدیریت اطلاعات	اطلاعات ناقص و فشرده	اطلاعات غنی بر اساس ارتباط با پرسنل
فرهنگ	وفاداری و فرمان برداری	مشارکت وهمکاری
تولید	ماشین های بزرگ،چیدمان تک منظوره، زمان تولید طولانی،و حجم بالای موجودی	سیستم جایابی سلولی،ماشین های چند کاره،موجودی حداقل
نگهداری و تعمیرات	توسط متخصصان تعمیرات و نگه داری	مدیریت تجهیزات، توسط بخش تولید

۴-۱ سیستم های تولید چابک

چابکی یا سریع بودن سیستم به معنای حداکثر انعطاف پذیری است، به طوری که نه تنها بتواند به تغییرات در محصول، بازار و نیاز مشتریان پاسخ دهد، بلکه فرصت هایی فراهم نماید که با ایجاد تغییرات در بین رقبا بتواند به عنوان سازمان برتر شناخته شود.

- ✓ **نکته۳**: چابکی، یک استراتژی جامع برای تغییرات اساسی و برگشت ناپذیری است که موجب برتری سازمانی می شود.

۱-۴-۱اصول چهارگانه تولید چابک:

۱- سازماندهی در جهت پیشرو بودن

۲- اهرمی نمودن تأثیر اطلاعات و افراد

۳- همکاری در جهت افزایش رقابت

۴- ارج نهادن به مشتریان

- ✓ **نکته۴**: سریع بودن و چابکی تنها هدف سازمان ها نیست، بلکه سازمان ها اهداف دیگری مانند سودآوری و بقا در آینده را دنبال می کنند.

جدول (۲-۱) به مقایسه بین تولید ناب و تولید چابک می پردازد.

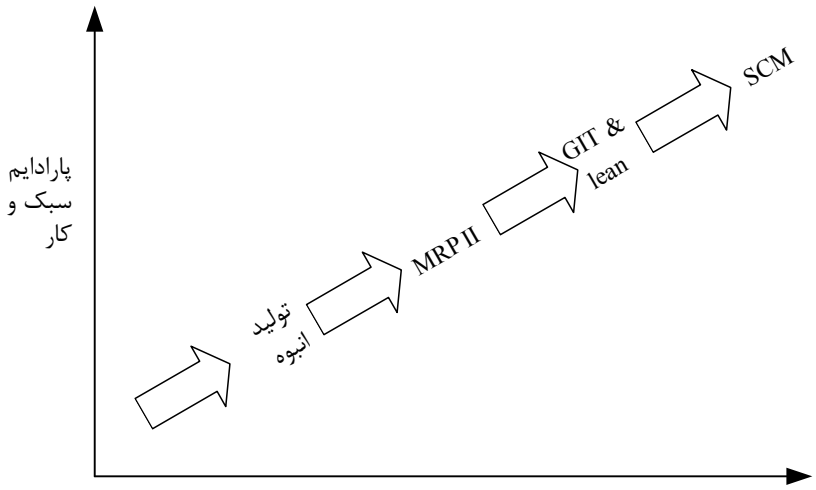
تمایز از لحاظ	تولید چابک	تولید ناب
محصول	کاملا مطابق خواسته مشتری	دارای تنوع زیاد با کیفیت بالا (توجه به بازار)
سازمان	چند مهارته	تیمی و مشارکتی
عرضه کنندگان	انتخاب عرضه کنندگان از بین تعداد زیادی از آنها و اعتماد کوتاه مدت با آنها	انتخاب عرضه کنندگان از تعداد کم و ایجاد اعتماد بلند مدت با آنها
سرمایه گذاری در	افراد و اطلاعات	فناوری و سیستم ها
بازار	بازارهای کوچک و غیر قابل پیش بینی	بازارهای قابل پیش بینی
صرفه جویی	صرفه جویی در تنوع	صرفه جویی در ضایعات
فرآیند تولید	سازگار	انعطاف پذیر
نحوه اداره	رهبری	مدیریتی

بخش دوم:

۲- مدیریت زنجیره تأمین

مفهوم مدیریت زنجیره تأمین هنگامی که تولیدکنندگان، شراکت راهبردی با تأمین کنندگان مستقیم خود را تجربه نمودند، به وجود آمد.

نکته: در محیط تولید JIT تولیدکنندگان به اهمیت و منافع بالقوه شراکت و تعامل در روابط خریدار- فروشنده پی بردند.



شکل ۱-۲ مراحل تکامل مدیریت زنجیره تأمین

۱-۲زنجیره تأمین و مدیریت آن

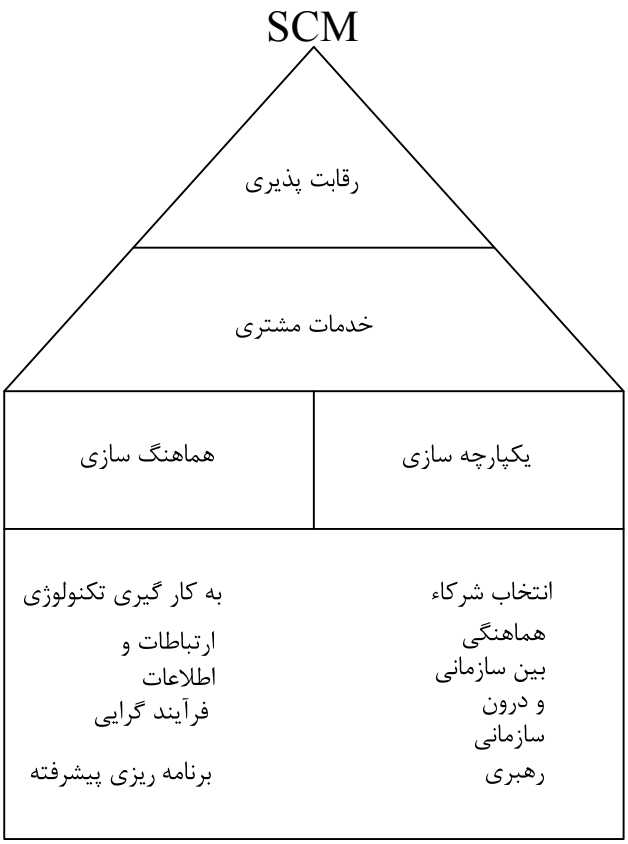
یک زنجیره تأمین، ارتباط درونی سازمان ها، منابع و فرآیندهایی را که محصولات و خدمات را تولید و به مشتری نهایی تحویل می دهند برقرار می سازد. زنجیره تأمین همه امکانات، عملکردها و فعالیت هایی را که تولید و تحویل یک محصول یا خدمت، از عرضه کنندگان به مشتری ها درگیرند شامل می شود. همچنین زنجیره تأمین، برنامه ریزی و مدیریت عرضه و به دست آوردن مواد اولیه تولیدی و زمان بندی محصول یا خدمت، انبارداری، کنترل موجودی، توزیع و ارسال (تحویل) و سرویس به مشتری را شامل می شود. مدیریت زنجیره تأمین همه این فعالیت ها را هماهنگ می کند، آنچنان که مشتری ها می توانند با سرویس قابل اعتماد و فوری محصولات با کیفیت بالا را با پایین ترین هزینه تهیه کنند.

۱-۱-۲ خانه مدیریت زنجیره تأمین

فعالیت های زنجیره تأمین را می توان در مدلی به نام خانه مدیریت زنجیره تأمین نشان داد. (شکل۲-۲)

سقف این خانه، هدف نهایی زنجیره تأمین (رقابت پذیری) را نشان می دهد که به معنای خدمت به مشتری است. همچنین سقف این خانه به دو ستون استوار است که دو جز اصلی سازنده SCM هستند:

یکپارچه سازی سازمان ها و هماهنگ سازی جریان مواد، اطلاعات و نقدینگی. یکپارچه سازی نیز به اجزا سازنده تقسیم می شود: اول، تشکیل یک زنجیره تأمین به انتخاب شرکا مناسب برای همکاری میان مدت نیاز دارد. دوم، به همکاری بین سازمانی به صورت عملی نیاز است. سوم، در یک زنجیره ی بین سازمانی برای همراستا شدن راهبردهای شرکای دیگر، مفاهیم جدید در مورد رهبری، به کارگرفته می شوند.



شکل ۲-۲ خانه مدیریت زنجیره تأمین

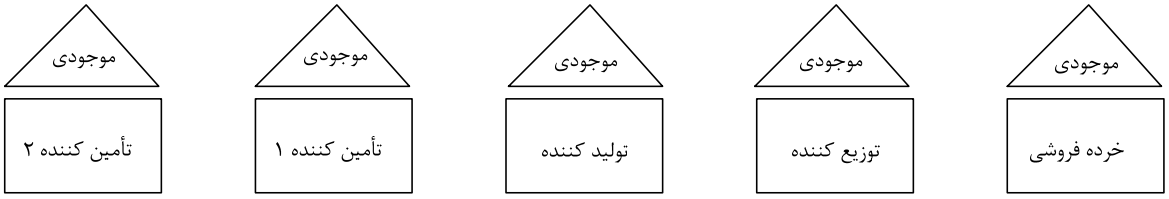
✓ **نکته۵**: زنجیره ی تأمین مرکب است از: ساختارها، فرآیندها و ارتباط میان این ساختارها و فرآیندها.

۲-۲ مشکلات اثر شلاق گاوی در زنجیره تأمین

رفتار تمامی اعضای زنجیره ی تأمین طوری است که تغییرات سفارش تقاضا همانطور که اعضا به سمت بالا حرکت می کنند وسعت می یابد. این پدیده را اثر شلاق گاوی نامیده اند.

مشکلات اثر شلاق گاوی به جابجایی های نامنظم در سفارشات بالا به پایین در زنجیره ی تأمین به علت پیش بینی ضعیف تقاضا، نوسانات قیمت، سفارشات بسته ای و جیره بندی درون زنجیره برمی گردد.

نکته:اثر شلاق گاوی هزینه موجودی را افزایش داده، از این رو سبب افزایش هزینه نهایی می گردد.



شکل ۳-۲ اثر شلاق گاوی در زنجیره تأمین

۲-۳ زنجیره ی تأمین ناب و چابک

سه نقش بسیار مهم و ارزش افزا در یک زنجیره ی تأمین ناب و چابک قابل تشخیص هستند که عبارتند از:

عرضه کنندگان

تولیدکنندگان نهایی

توزیع کنندگان

ویژگی های زنجیره ی تأمین ناب و چابک

ویژگی ها	زنجیره تأمین ناب	زنجیره تأمین چابک
نوع محصولات	محصولات میانی	محصولات مصرفی
تقاضای مکان بازار	قابل پیش بینی	قابلیت پیش بینی پایین
تنوع محصولات	کم	زیاد
سیکل عمر محصول	طولانی	کوتاه
ترجیحات مشتری	هزینه	در دسترس نبودن
حاشیه سود	پایین	بالا
هزینه های غالب	هزینه های فیزیکی	هزینه های بازار یابی
سیاست خرید	خرید کالاها	تصاحب ظرفیت

۲-۴عوامل مؤثر بر موفقیت زنجیره ی تأمین

۱- تقدم و برتری نظر مشتری

۲- دارا بودن سیستم تولیدی چابک

۳- استفاده از تکنولوژی پیشرفته اطلاعات

۴- تشکیل تیم های وظیفه ای برای انجام فعالیت ها

۵- طراحی زنجیره ی عرضه انعطاف پذیر

۶- سهیم کردن تأمین کنندگان مواد در سود سهام سازمان

- ✓ **نکته۶**: مدیریت زنجیره ی تأمین، معادل با یکپارچه ساری و هماهنگ کردن همه ی عملیات یک شرکت با عملیات تأمین کنندگان و مشتریان آن شرکت است.

بخش سوم

۳- مدیریت ارتباط با مشتری (CRM)

CRM یک استراتژی تجاری است که برای جلب رضایت بیشتر مشتری، درآمدزایی و کسب سود طراحی شده است.

- ✓ **نکته۷**: CRM یک محصول یا خدمت نیست، یک راهبرد تجاری است که سازمان ها را قادر می سازد روابط شان را به طور مؤثری با مشتریان مدیریت کنند.

۳-۱دلایل استفاده از CRM

۱- ارائه ی بهبود خدمات و ارزش ویژه

۲- ارائه ی صرفه جویی و کاهش هزینه ها

۳- ارائه ی مزایای رهبری و غیر عینی

- ✓ **نکته۸**: در CRM هدف اصلی عبارت است از یکپارچگی سیستم های اطلاعاتی سازمان به نحوی که هر یک از زیر سیستم ها نیز مستقلاً قادر به انجام فعالیت های خود باشند.
- ✓ **نکته۹**: یکی از اهداف CRM تغییر از محصول گرایی به مشتری گرایی می باشد.

۳-۲ استقرار سیستم CRM

برای استقرار سیستم CRM باید مراحل زیر را در نظر گرفت:

۱- تهیه برنامه کسب و کار

۲- شناسایی و طبقه بندی مشتریان

۳- ایجاد سیستم اندازه گیری سودآوری مشتریان

۴- برنامه ی جذب و حفظ مشتری

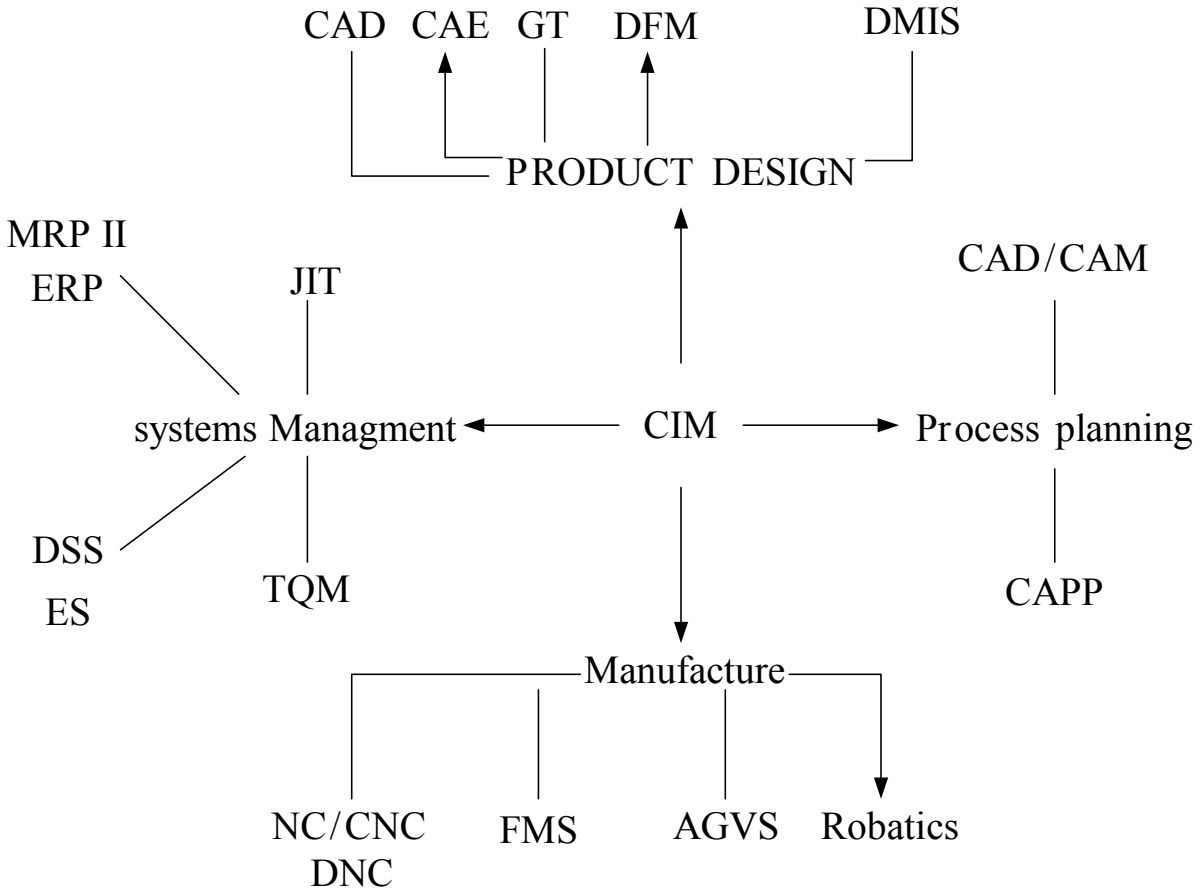
۵- ایجاد سیستم اندازه گیری رضایتمندی مشتریان به شکل عملی (بازخورد)

بخش چهارم

۴- تولید یکپارچه کامپیوتری (CIM)

ماشین های کنترل عددی کامپیوتری (CNC) و ماشین های کنترل عددی مستقیم (DNC)، سیستم های تولید قابل انعطاف (FMS)، روباط ها و سیستم های جا بجایی خودکار مواد، بخشی از تکنولوژی هایی می باشند که تولید به کمک کامپیوتر (CAM) نامیده می شوند.

CIM استفاده از کامپیوتر برای مرتبط کردن طراحی، تولید، بازاریابی و تحویل محصول به صورت یک سیستم کاملاً یکپارچه است.



شکل ۳-۱ مجموعه های اصلی CIM

۴-۱سیستم های تولید انعطاف پذیر (FMS)

FMS شامل تعداد زیادی ماشین های افزار قابل برنامه ریزی می باشد که با استفاده از یک سیستم جابجایی انتقال مواد خودکار به هم متصل شده و به وسیله ی یک شبکه کامپیوتری مشترک کنترل می شوند.

نکته: FMS با سیستم های خودکار سنتی متفاوت می باشد زیرا آن ها فقط برای یک کار خاص طراحی شده اند و انعطاف پذیر نمی باشند.

نکته: FMS ترکیبی از کارآیی و انعطاف پذیری می باشد. کارآیی FMS از طریق کاهش زمان آماده سازی و صف به دست می آید.

۴-۲ سیستم های خودکار دریافت و تحویل کالا (AS/RS)

منظور، سیستم هایی است که سفارشات مواد و کالای در جریان ساخت را از هر ایستگاه کاری در خط تولید دریافت می دارد و به طور خودکار قطعات مورد نیاز را به ایستگاه های مورد نظر ارسال می نمایند.

سه عنصر اصلی AS/RS عبارتند از:

الف- سیستم های کامپیوتری و ارتباطات: این سیستم ها سفارشات را دریافت می کنند و آن ها را آماده کرده و به ایستگاه های مورد نظر ارسال می دارند.

ب- سیستم های حمل و نقل اتوماتیک (AGV): این سیستم ها شامل وسایل نقلیه هدایت شونده ی کوچکی هستند که بدون راننده بوده و با قوای محرکه باتری مواد را بین ایستگاه های مختلف عملیاتی جابجا نموده و دستورات خود را از کامپیوتر مرکزی دریافت می کند.

نکته: AVG باعث حذف گلوگاه های تولید و کاهش ذخیره سازی موجودی ها و کاهش هزینه های نگهداری می شود.

ج- سیستم ذخیره سازی و تحویل کالا در انبار: این سیستم ها به طور خودکار عمل کرده و از کامپیوتر مرکزی زمان می گیرند. اساس این سیستم ها این است که قطعات بر اساس استاندارد مشخص، در بسته های مشخص، با تعداد معینی در انبار جایگزین شده و با استفاده از روبات ها قطعات از محل های معینی برداشته شده و آماده می شوند و به طور خودکار سند تحویل صادر می شود و به ماشین های حمل و نقل جهت ارسال آن به ایستگاه ها واگذار می شوند.

۳-۴ مزایای به کار گیری CIM:

۱- کاهش نیروی کار مستقیم و غیرمستقیم

۲- کاهش زمان تحویل کالای تولید شده

۳- کاهش موجودی در جریان ساخت

۴- کاهش ضایعات ناشی از حمل و نقل

۵- افزایش درجه قابلیت اطمینان

۶- افزایش انعطاف پذیری و برنامه ریزی

بخش پنجم

۵- مدیریت کیفیت جامع TQM

مفهوم TQM در سیستم های نوین تولید مطرح است. بر اساس این دیدگاه کیفیت محصولات حاصل فعالیت همه اجزای سازمان است. برای مثال اگر واحد مدیریت منابع انسانی، حقوق و دستمزد کارگران را به صورت عادلانه تعیین ننماید، بر کیفیت محصول تولید شده اثر خواهد گذاشت.

۱- ۵ اصول TQM

۱- مشتری کیفیت را تعیین می کند و نیازهای مشتری اولویت های اصلی هستند.

۲- مدیریت ارشد باید رهبری کیفیت را بر عهده داشته باشد.

۳- کیفیت، مبحثی راهبردی است.

۴- کیفیت، مسئولیت تمام کارکنان در تمام سطوح سازمان است.

۵- تمام وظایف شرکت باید بر بهبود مستمر[۱] تمرکز کنند.

۶- استفاده از روش های کنترل کیفیت آماری[۲] برای حل مشکلات کیفیت

۷- آموزش و تحصیل تمام کارکنان مبنای بهبود مستمر کیفیت است.

۲-۵ بهبود مستمر (کایزن)

مطابق این اصل، همه ی اجزای فرآیند (اعم از افراد، تجهیزات، روش های مورد استفاده و...) باید دائماً بهبود یابند.

نکته: پیام استراتژی کایزن را می توان در این جمله خلاصه کرد: حتی یک روز هم نباید بدون ایجاد نوعی بهبود در یکی از بخش های شرکت سپری کرد.

بخش ششم

۶- طراحی و توسعه محصول

یکی دیگر از پیش نیازهای برنامه ریزی جامع تولید[۳] در فرآیند مدیریت تولید و عملیات، طراحی و توسعه محصول و خدمت است. پیش از انجام این برنامه ریزی، باید یکایک اجزای محصول یا خدمت مورد نظر به طور دقیق طراحی شده باشد تا بتوان مطابق آن نیروی کار، مواد اولیه و دیگر امکانات تولید را تنظیم نموده و برنامه جامع تولید را تدوین کرد.

هدف از طراحی محصول، چینش اجزا محصول با توجه به امکانات، توانایی ها و اهداف سازمان، به نحوی که مشتری آن را انتخاب نماید که باعث افزایش مزایای رقابتی سازمان شود.

۱-۶ فرآیند طراحی و تولید محصول جدید در روش سنتی

---

۱. در ادامه بحث خواهد شد

۲. در فصول بعدی با این روش آشنا می شوید

۱. در فصول بعد با این مبحث آشنا خواهید شد.

شکل فرآیند طراحی و تولید محصول در سیستمهای تولید سنتی

معایب روش فوق:

۱- در صورت بروز مشکل در هر مرحله باید تمامی مراحل قبل تکرار شوند و این امر هزینه ی پروژه تولید محصول جدید را افزایش خواهد داد.

۲- طولانی بودن زمان فرآیند تولید محصول جدید موجب کاهش انعطاف پذیری خواهد شد تولید شده و در صورت تغییر نیازهای مصرف کنندگان تطابق محصول با نیازهای فوق با تأخیر انجام می پذیرد.

۲-۶ فرآیند توسعه محصول به شیوه نوین

مرحله یکپارچه سازی ← مرحله برنامه ریزی ← مرحله شناسایی نیاز و تأیید پروژه

در شیوه ی نوین، فاصله بین مدت زمان شناخت نیاز مشتری و تبدیل این نیاز به محصول مورد نظر تا حد امکان کم است.

در مرحله شناخت نیازها و تشکیل پروژه، پس از گزینش پیشنهادات ارائه شده مسایل مربوط به مشخصات محصول، بهای تمام شده محصول مورد بررسی قرار می گیرد.

در مرحله برنامه ریزی با ایجاد تیم های کوچک که هر کدام بین ۳ تا ۸ نفر است و متشکل از مدیر تیم، طراح و مهندس ساخت است، مطالعه و ساخت قطعات انجام می شود.

در مرحله یکپارچه سازی بطور روزانه یا هفتگی فعالیت های تیم های مستقل، یکپارچه شده و با مشخصات کلی محصول خواسته شده مطابقت داده می شود.

مزایای شیوه نوین طراحی

۱- کاهش زمان طراحی تا تولید محصول

۲- شکستن پروژه به تیم های کوچک جهت همزمان نمودن فعالیت های طراحی و ساخت

۳- فراهم آوردن زمینه نوآوری و خلاقیت در درون تیم ها و کار گروهی

۴- افزایش کیفیت محصول به دلیل جلوگیری از بروز مشکل در فرآیند محصول در آینده

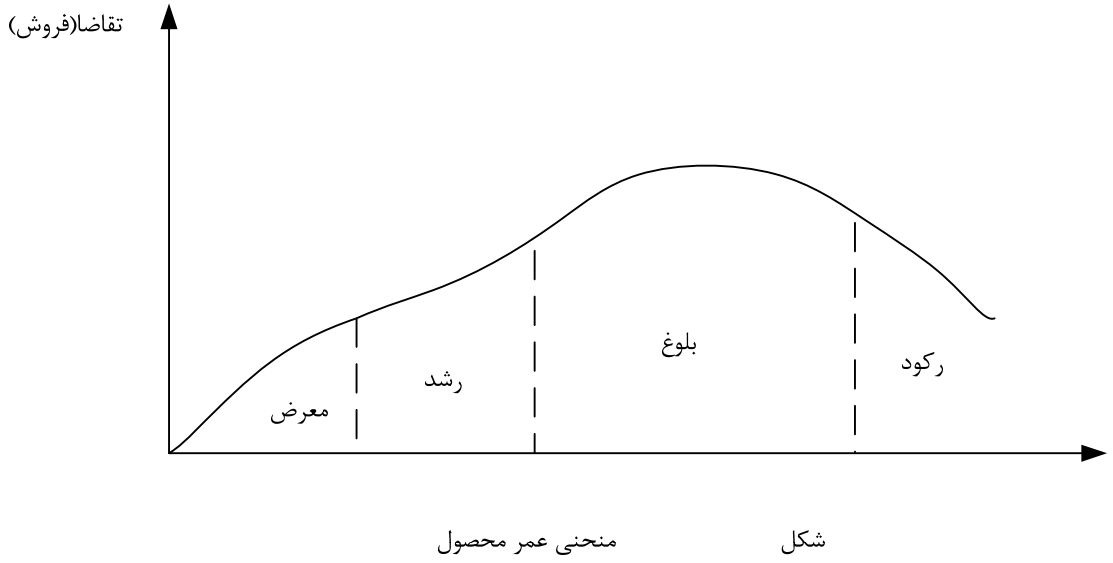
۶-۳ چرخه عمر محصول

۱- مرحله معرفی

۲- مرحله رشد

۳- مرحله بلوغ

۴- مرحله نزول



۶-۴ مراحل تبدیل ایده به طرح محصول و توسعه آن

۱- جمع آوری ایده ها و نظرات

۲- غربال کردن ایده ها که شامل مراحل زیر می باشد:

۲-۱ مطالعه بازاریابی

۲-۲ مطالعه امکان پذیری تولید

۳-۲ مطالعه امکان پذیری مالی

۳- تهیه طرح مقدماتی

۴- مرحله ارزیابی و بهبود که شامل مراحل زیر می باشد:

۴-۱ رویکرد مشتری مدار به طرح ریزی و بهبود کیفیت محصول (QFD)

مهندسی ارزش

روش تاگوچی

۴-۴ روش بررسی حالات خرابی و آثار آن (FMEA)

در فرآیند QFD ابتدا نیازهای مشتری به نیازمندی های طراحی یا مهندسی تبدیل می شود سپس با توجه به نیازمندی های طراحی یا مهندسی ویژگی های قطعه یا محصول تدوین می گردد و بر اساس این ویژگی ها، عملیات ساخت محصول به طور گام به گام تعیین می شود.

مهندسی ارزش مجموعه تکنیک هایی است که هدف آن حذف هزینه های غیر ضروری است که در افزایش ارزش و عملکرد محصول نقشی ایفا نمی کند.

روش تاگوچی برای افزایش استحکام طرح محصول و فرآیند تولید می باشد. به گونه ای که محصول به نحوی تولید شود که در شرایط اضطراری هم دارای عملکرد صحیح باشد.

مراحل روش تاگوچی:

۱- تعیین مشخصات محصول

۲- هماهنگ بودن فرآیند تولید با مشخصات مورد نظر

۳- به دست آوردن محصولاتی که دارای مشخصات فوق باشند.

۴- تهیه طرح نهایی و نمونه سازی

۵- طراحی فرآیند تولید

۶- طراحی خدمات پس از فروش و نحوه استفاده از محصول

FMEA روشی سیستماتیک برای شناسایی و پیشگیری از وقوع مشکل در محصول و فرآیندن آن است.

اهداف FMEA

۱- بهبود کیفیت، قابلیت اطمینان و ایمنی محصول

۲- کاهش زمان ورود به بازار

۳- کاهش هزینه

۴- شناسایی حالات شکست بالقوه و درجه شدت آنها

۵- مستندسازی و پیگیری اقدامات انجام شده

۶- کمک در تهیه یک طرح کنترل پایدار و باثبات

۷- شناسایی مشخصات بحرانی و ویژه

۸- شناسایی اقداماتی که می تواند احتمال وقوع خرابی های محتمل را کاهش داده یا از میان بردارد.

۶-۵ عواملی که در طراحی محصول باید رعایت شود

الف- تعیین نیازمندی های مواد با توجه به مشتری، عرضه کننده آن و امکانات تولید

ب- رعایت سلولی بودن محصولات (مدولار)

ج- سهولت استفاده و نگهداری

۶-۶ استفاده از کامپیوتر در طراحی محصول (CAD/CAM)

امروزه استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری برای ترسیم طرح محصول بسیار متداول است. دو مورد مهم از این نرم افزارها به قرار زیر است:

CAM ← Computer Aided ← استفاده از کامپیوتر در تولید

CAD ← Computer Aided Design ← استفاده از کامپیوتر در طراحی

۶-۷ قابلیت اطمینان

این بحث یکی از مهمترین بحث های مدیریت تولید و عملیات می باشد که هر ساله از این مبحث در کنکورهای سراسری و آزاد کارشناسی ارشد سوال طرح می شود.

قابلیت اطمینان یک سیستم، احتمال از کار نیفتادن یک سیستم در یک دوره معین از زمان است و از آنجایی که یک سیستم از اجزایی تشکیل شده است،قابلیت اطمینان یک سیستم با توجه به قابلیت اطمینان اجزا آن محاسبه می شود.

نکته: اجزا یک سیستم معمولاً به یکی از سه وضعیت سری، موازی یا ترکیبی از این دو به یکدیگر اتصال دارند.

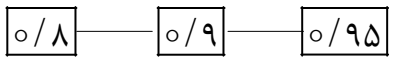
الف- تعیین قابلیت اطمینان یک سیستم در وضعیت سری:

اگر اجزای یک سیستم به شکل سری به هم متصل باشند قابلیت اطمینان کل سیستم برابر است با:

حاصلضرب قابلیت اطمینان های اجزای آن، یعنی:

$$R = \prod_{i}^{n} R_i$$

مثال: قابلیت اطمینان سیستم سری زیر را محاسبه نمایید.



حل:

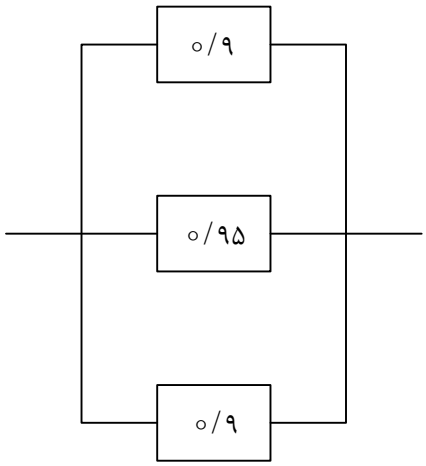
$$R = \prod_{i}^{n} R_i = \prod_{i}^{۳} R_i = R_۱ \times R_۲ \times R_۳ = ۰/۸ \times ۰/۹ \times ۰/۹۵ = ۰/۶۸۴$$

ب- تعیین قابلیت اطمینان یک سیستم در حالت موازی:

اگر اجزای یک سیستم به شکل موازی به یکدیگر متصل شده باشند قابلیت اطمینان کل سیستم برابر است با:

$$R = ۱ - \prod_{i=۱}^{n} (۱ - R_i)$$

مثال: قابلیت سیستم موازی زیر را محاسبه کنید.



حل:

$$R = ۱ - \prod_{i=۱}^{n} (۱ - R) = ۱ - \{(۱ - R_۱)(۱ - R_۲)(۱ - R_۳)\} = ۱ - \{(۱ - ۰/۹)(۱ - ۰/۹۵)(۱ - ۰/۹)\} = ۱ - ۰/۰۰۵ = ۰/۹۹۵$$

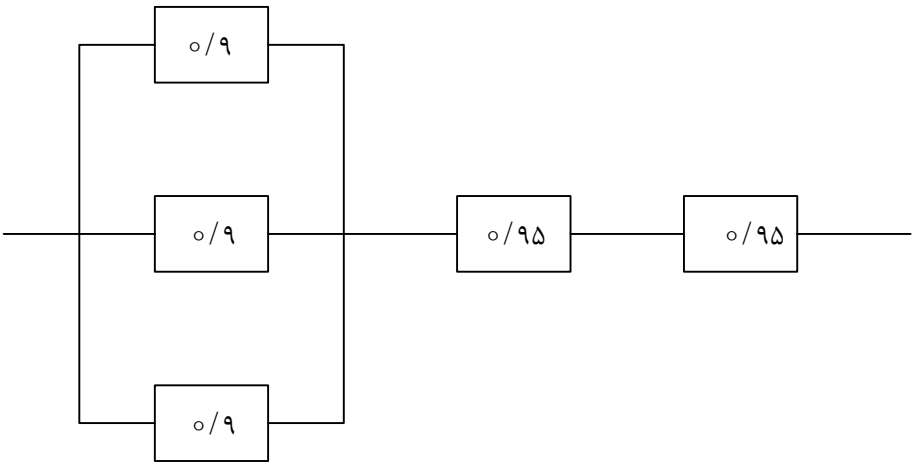
نکته مهم: هنگامی که یک سیستم بطور موازی طراحی شود، قابلیت اطمینان کل سیستم از قابلیت تک تک اجزا بیشتر است.

نکته: در سیستم های موازی با از کار افتادن یک جز، کل سیستم از کار نمی افتد و اجزا بصورت پشتیبان از یکدیگر حمایت می کنند. اما در سیستم های سری با از کار افتادن یک جز، کل سیستم از کار می افتد.

ج- تعیین قابلیت یک سیستم در حالت ترکیبی (سری-موازی)

وقتی که سیستم به شکل ترکیبی طراحی شده باشد، قابلیت آن قسمت از سیستم را که به شکل سری است، به شکل سری و آن بخش که به شکل موازی است را به طور موازی محاسبه کرده، سپس قابلیت کل سیستم محاسبه می شود.

مثال: قابلیت اطمینان سیستم ترکیبی زیر را محاسبه نمایید.



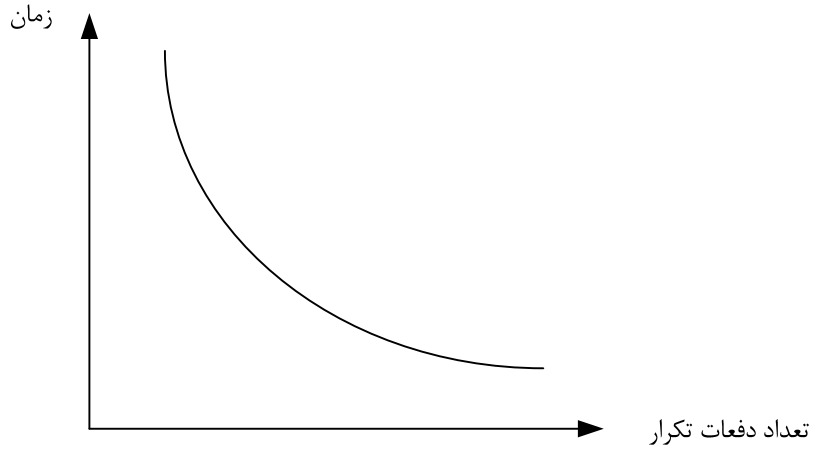
حل:

$$R = \{۱-\{(۱-R_۱)(۱-R_۲)(۱-R_۳)\} \times R_۴ \times R_۵\}$$
$$R = \{۱-(۱-۰/۹)(۱-۰/۹)(۱-۰/۹) \times ۰/۹۵ \times ۰/۹۵ = ۰/۹۰۱\}$$

بخش هفتم

۷- منحنی یادگیری

هر قدر تکرار و تمرین در انجام یک فعالیت بیشتر باشد، زمان لازم برای انجام آن فعالیت کاهش می یابد تا به یک زمان معینی می رسد.



شکل منحنی یادگیری

نکته مهم

شیب منحنی یادگیری بیانگر درصد ثابت یادگیری است که اساس منحنی یادگیری را تشکیل می دهد. این درصد ثابت را «ضریب منحنی یادگیری» می نامند.

بنابراین زمانی که ضریب یادگیری فرد در انجام عملیات ۹۰درصد باشد، بدین معناست که هربار که تعداد دفعات تکرار آن فعالیت دوبرابر شود، زمان انجام آن عملیات ۱۰درصد کاهش می یابد.

مثال: برای تولید اولین محصول ۲۰ساعت زمان لازم است. زمان لازم را برای تولید محصول دوم و چهارم با در نظر گرفتن ضریب یادگیری ۹۰درصد، تعیین نمایید.

حل:

تعداد دفعات	زمان مونتاژ محصول
۱	۲۰
۲	$\%۹۰(۲۰)=۱۸$
۴	$\%۹۰(۲۰)=۱۶/۲$

۱-۷ نحوه محاسبه منحنی یادگیری

به طور کلی می توان زمان انجام هر فعالیت را با استفاده از رابطه زیر بدست آورد:

$$Y_i = k.i^b$$

k= زمان مونتاژ اولین محصول

i= تعداد دفعات تکرار

$$b = \frac{LnR}{Ln۲}$$

b= یک مقدار ثابت منحنی که از رابطه روبرو بدست می آید.

R= ضریب یادگیری

نکته: در کنکور کارشناسی ارشد معمولاً (i^b) را بصورت جدول در اختیار شرکت کنندگان قرار می دهند.

۲-۷ موارد استفاده از منحنی یادگیری

۱- برنامه ریزی نیروی انسانی و برآورد نیروی انسانی موردنیاز

۲- تعیین دوره منحنی آموزشی

۳- قیمت گذاری سفارشات دریافتی بر اساس برآورد زمان ساخت کل سفارشات

۴- برنامه ریزی موجودی کالا، خرید و بودجه بندی

نکته: ضریب منحنی یادگیری برای کارها و سازمان های مختلف، متفاوت است.

نکته: برای تعیین ضریب یادگیری، توجه به مهارت های نیروی انسانی ضروری است.

سوالات فصل ۱

۱- تولید استاندارد با قیمت پایین، حجم زیاد همراه با تنوع و رفع نیاز مشتری را در کدام رویکرد تولید می توان یافت؟

۱) تولید انبوه ۲) تولید چابک ۳) تولید ناب ۴) تولید دستی

گزینه ۳ صحیح است.

مجموعه اهداف تولید ناب عبارتند از:

۱- تولید با قیمت پایین و حجم زیاد
۲- تولید استاندارد
۳- افزایش تنوع تولید و رفع نیاز مشتریان
۴- ایجاد حس مسئولیت در کارکنان همراه با آزادی عمل در کار

۲- با حرکت از تولید واحدی به سمت تولید انبوه، کدام گزینه صحیح است؟

۱) سیکل تولید افزایش می یابد ۲) قیمت تمام شده محصول افزایش می یابد

۳) سرمایه بری تکنولوژی افزایش می یابد ۴) تنوع محصولات افزایش می یابد

گزینه ۳ صحیح است.

با حرکت از تولید واحدی به سمت تولید انبوه سیکل تولید کاهش می یابد، قیمت تمام شده محصول کاهش می یابد، سرمایه بری تکنولوژی افزایش می یابد و تنوع محصولات کاهش می یابد.

۳- کانبان:

۱) به معنی کارت است و در صدد صفر کردن موجودی است.

۲) نام دیگر سیستم تولید JIT است.

۳) نام دیگر برنامه ریزی تولید مستقل از سیستم تولید JIT است.

۴) به معنی کارت است و در اجرای سیستم تولید کششی استفاده می شود.

گزینه ۴ صحیح است.

اجرای سیستم کششی چندان ساده نیست. اوهنو دریافت که برای انجام موفقیت آمیز این سیستم نیاز به یک ساز و کار کنترلی با عنوان کانبان است که به معنی کارت است.

۴- کدام عبارت در مورد منحنی یادگیری صحیح نیست؟

۱) هر چه تکرار فعالیتی بیشتر شود، زمان لازم را برای انجام آن فعالیت کاهش می یابد

۲) زمان کاهش یافته بین چهارمین و هشتمین تکرار برابر با زمان کاهش یافته بین سومین و ششمین تکرار است

۳) یادگیری فردی با ضریب یادگیری ۰/۸ سریعتر از یادگیری فردی با ضریب یادگیری ۰/۹ است.

۴) شیب منحنی یادگیری، بیانگر درصد ثابت یادگیری است

گزینه ۲ صحیح است.

زمان کاهش یافته بین چهارمین تکرار و هشتمین تکرار برابر با زمان کاهش یافته بین سومین تکرار و ششمین تکرار نیست.

۵- خانه های کیفیت:

۱) یکی از ابزارهای SPC است.

۲) محلی است که حلقه های کیفیت در آن جلسه برگزار می کنند.

۳) یک تکنیک ترسیمی برای تعریف روابط بین خواسته های مشتری و کارکردهای محصول است.

۴) یک تکنیک ترسیمی برای نمایش ارتباط خصوصیات طراحی محصول با فرایند تولید است.

گزینه ۴ صحیح است.

خانه کیفیت یک تکنیک ترسیمی جهت نمایش ارتباط خصوصیات طراحی محصول با فرایند تولید است.

۶- در صورتی که ضریب یادگیری فردی ۰/۸ باشد و تولید اولین قطعه ۱۰۰۰ ثانیه طول بکشد، تولید چهارمین قطعه چند ثانیه طول می کشد؟

۱) ۵۱۲ ۲) ۴۰۹ ۳) ۶۴۰ ۴) ۸۰۰

گزینه ۱ صحیح است.

۸۰۰= ۰/۸ × ۱۰۰۰= زمان تولید اولین قطعه

۶۴۰= ۰/۸ × ۸۰۰= زمان تولید دومین قطعه

۵۱۲= ۰/۸ × ۶۴۰= زمان تولید چهارمین قطعه

۷- کدام گزینه در مورد ماشین آلات مستقر در سیستم تولید بهنگام(JIT) صحیح است؟

۱) ماشین آلات چند منظوره هستند و چیدمان سلولی است.
۲) ماشین آلات سرمایه بر و تمام خودکار هستند.
۳) ماشین آلات تک منظوره و تمام خودکار هستند
۴) ماشین آلات چند منظوره و چیدمان فرایندی

گزینه ۱ صحیح است.

کارکنان چند مهارته و ماشین آلات چند منظوره، یکی از عوامل کلیدی JIT است. در JIT ماشین ها، مانند چیدمان فرایندی از یک نوع نبودند، بلکه نشان دهنده یک سری از فرایندهای مشترک بین گروهی از قطعات هستند(معنی یک چیدمان سلولی).

۸- بخش های مهم زنجیره تأمین ناب و چابک عبارتند از همهٔ موارد بجز گزینه.....

۱) عرضه کنندگان ۲) تولیدکنندگان ۳) توزیع کنندگان ۴) خرده فروشان

گزینه ۴ صحیح است.

بخش های مهم هر زنجیره تأمین ناب و چابک عبارتند از:

عرضه کنندگان، تولیدکنندگان نهایی، توزیع کنندگان

۹- کالا و خدمات:

۱) از نظر کاری که انجام می دهند و از نظر نحوه انجام کار با هم تفاوت دارند.

۲) هم از نظر کاری که انجام می دهند و هم از نظر نحوه انجام کار مشابه هم هستند.

۳) از نظر کاری که انجام می دهند با هم تفاوت داشته اما از نظر نحوه انجام کار مشابه هستند.

۴) از نظر کاری که انجام می دهند مشابه بوده اما از نظر نحوه انجام کار با هم تفاوت دارند.

گزینه ۳ صحیح است.

کالا و خدمات از نظر کاری که انجام می دهند با هم تفاوت دارند اما از نظر نحوه انجام کار با هم مشابه هستند.

۱۰- مهندسی همزمان در محیط چابک جهت پاسخگویی به کدام نیاز ضروری به نظر می رسد؟

۱) تنوع بیشتر محصولات ۲) کاهش قیمت ۳) توانمندسازی ۴) سیکل توسعه محصول کوتاهتر

گزینه ۴ صحیح است.

مهندسی همزمان در محیط چابک منجر به کوتاهتر شدن سیکل توسعه محصول می شود.

فصل دوم

پیش بینی تقاضا[1]

پیش بینی به معنای تخمین امری ست که در آینده رخ خواهد داد. برای مثال، هواشناسان وضعیت هوا و ورزش دوستان نتیجه مسابقات ورزشی را پیش بینی می کنند. هر سازمانی برای ادامه حیات خود و تضمین موفقیتش در بازار رقابتی نیازمند پیش بینی آینده است. به عبارت دیگر پیش بینی میزان فروش یک محصول شرط لازم برنامه ریزی سالانه تولید آن محصول است. پیش بینی از یک سو فرآیندی نامطمئن است. چون با یقین نمی توان در مورد آینده سخن گفت و از سویی دیگر هر چه افق پیش بینی وسیع تر شود عدم اطمینان بیشتر می شود. به دلیل آنکه متغیرهای بیشتری دخیل می شوند، امکان وقوع حوادث مختلف افزایش می یابد.

هنگامی که افراد توان مالی رفع نیازهای خود را داشته باشند، آن ها را «متقاضی» و نیاز آن ها را «تقاضا» گویند. برای مثال، در یک شهر که ۵میلیون نفر به وسیله حمل و نقل شخصی نیاز داشته باشند و تنها یک میلیون نفر توان خرید اتومبیل را داشته باشند، تقاضا برای اتومبیل یک میلیون عدد است. پیش بینی تقاضا، فرآیند پیش بینی تقاضای محصول در آینده، و برای سازمان ها بسیار حیاتی است، چرا که برنامه ریزی جامع تولید آن ها بر مبنای آن انجام می پذیرد.

پیش بینی تقاضا و زنجیره ی عرضه[2]

همانگونه که مشتریان، کالاها و خدمات را از تولیدکنندگان خریداری می کنند، تولیدکنندگان نیز مواد اولیه را از تهیه کنندگان خریداری می کنند. به عبارت دیگر مشتریان، مشتری کالا و خدمت تولیدکنندگان هستند و تولیدکنندگان هم مشتری مواد اولیه تامین کنندگان آن هستند. این اعضا که به طور زنجیروار به هم مرتبط هستند «زنجیره ی عرضه» نامیده می شوند. فعالیت هایی که بین حلقه های این زنجیر انجام می گیرد شامل: خرید، کنترل موجودی، تولید، زمان بندی، مکان یابی تجهیزات و حمل و نقل و توزیع هستند. برای مثال، یک تولید کننده مواد اولیه را از تولیدکنندگان خریداری می کند و بر مبنای میزان تقاضا موجودی هایش را کنترل می کند و با توجه به موجودی ابتدا و انتهای دوره، تولید طی دوره خود را مشخص کرده و زمان بندی می نماید. مشابه همین روابط نیز بین تولیدکننده و مشتریانش جریان دارد. کلیه فعالیت های ذکر شده در زنجیره ی عرضه، در کوتاه مدت به «میزان تقاضا» و در بلندمدت به محصول و فرآیند جدید، پیشرفت تکنولوژی و تغییرات بازار وابسته است. بنابراین پیش بینی میزان تقاضا عاملی است که سازمان از طریق آن فعالیت هایش را تنظیم و به اصطلاح «بودجه بندی » می نماید.

پیش بینی تقاضا و مدیریت استراتژیک

مدیریت استراتژیک وضعیت مطلوب سازمان را در درازمدت پیش بینی و استراتژی های مناسب برای رسیدن به آن را تنظیم، اجرا و کنترل می کند. برای تعیین وضعیت مطلوب سازمان، باید بتوان آینده را پیش بینی نمود. ناگفته نماند که برنامه ریزی استراتژیک، برنامه ریزی بلندمدت

1. Demand Forecasting

1.Supply Chain Management

سازمان است که معمولاً افق ۵سال یا بیشتر را دربر می گیرد. توضیح آن که افق کوتاه مدت یک ساله یا کمتر و افق میان مدت بین ۱ تا ۵ سال است. پیش بینی تقاضا در افق کوتاه مدت انجام می شود و برنامه ریزی استراتژیک مربوط به افق بلندمدت است.

روش های پیش بینی تقاضا

به طور کلی روش های انجام پیش بینی تقاضا را از نظر ماهیت می توان به شرح زیر دسته بندی کرد:

۱- روش های کیفی[۱]

۲- روش های کمی[۲]

روش های کیفی از تجربه، نگرش و قضاوت افراد برای پیش بینی تقاضا کمک می گیرند و بیشتر برای پیش بینی های بلندمدت بکار می روند. اما روش های کمی از روش های ریاضی و آمار پیش بینی استفاده می کنند و بیشتر برای پیش بینی های کوتاه مدت و میان مدت بکار گرفته می شوند. شکل(۱-۱) انواع روش های پیش بینی را نشان می دهد.

۱- روش های کیفی: روش های کیفی روش هایی هستند که از مدل های ریاضی کمی و ریاضی برای پیش بینی تقاضا استفاده نمی نمایند. انواع روش های کیفی عبارتند از:

۱-۱ نظرخواهی از فروشندگان

۱-۲ روش توافق جمعی

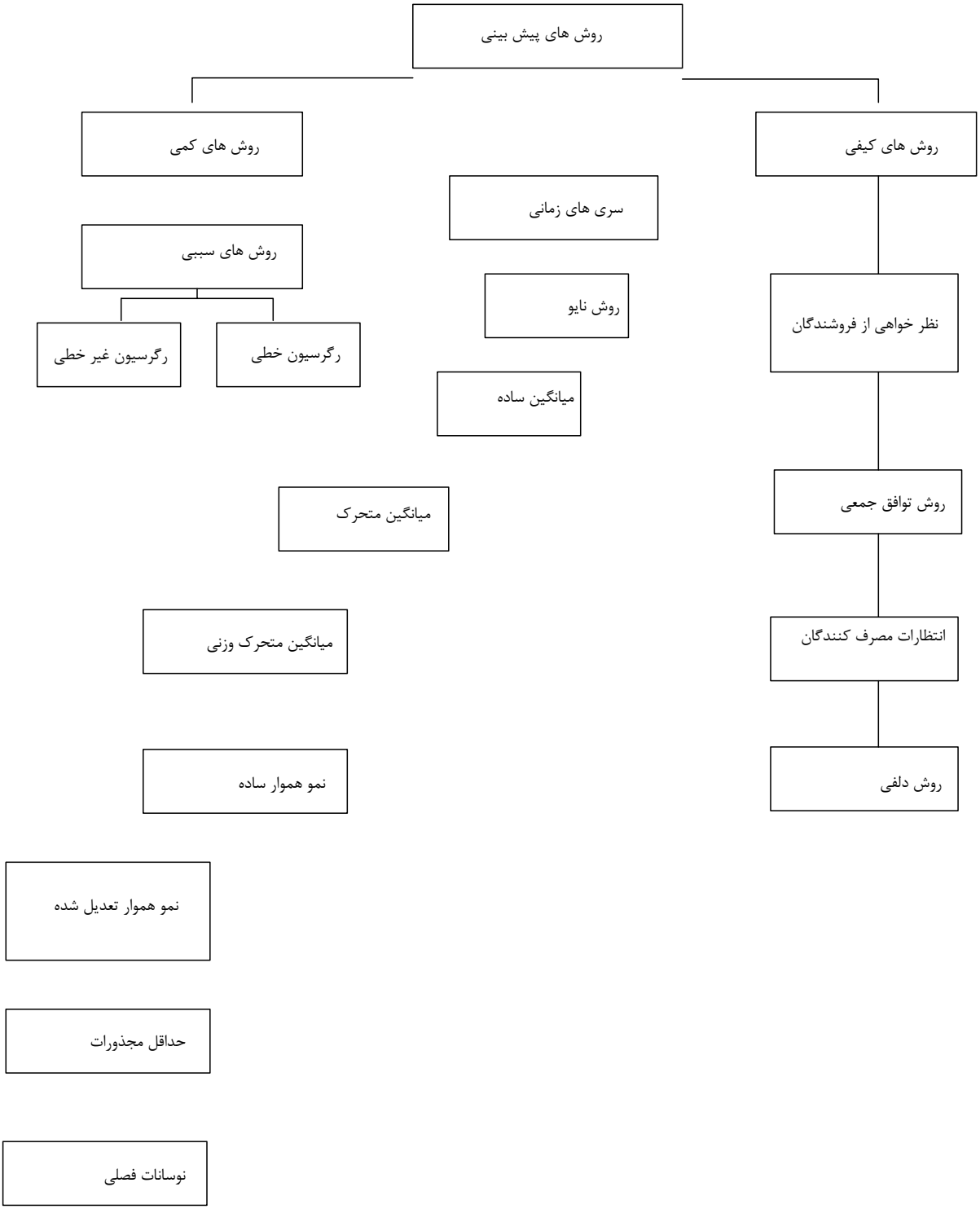
۱-۳ انتظارات مصرف کنندگان

روش دلفی

2. Qualitative Methods

3. Quantitative Methods

www.sepandarand.com



شکل (۱-۱) انواع روش های پیش بینی تقاضا

۱-۱ نظرخواهی از فروشندگان: در این روش برای پیش بینی تقاضا از فروشندگان هر منطقه درباره فروش دوره بعد نظرخواهی می شود. سپس نظر یکایک آن ها جمع آوری شده و تقاضای دوره ی بعد پیش بینی می شود. فروشندگان بواسطه ارتباط مستقیمی که با مشتری دارند می توانند میزان تقاضا را پیش بینی نمایند. بالاخص هنگامی که محصول جدیدی عرضه می شود. به دلیل آگاهی آن ها از سلیقه ی مشتریان می توانند موفقیت یا شکست تولید آن محطول را پیش بینی نمایند. مشارکت فروشندگان در برنامه ریزی باعث می شود انگیزه آن ها خواهد شد.

ie-jozve.blogfa.com

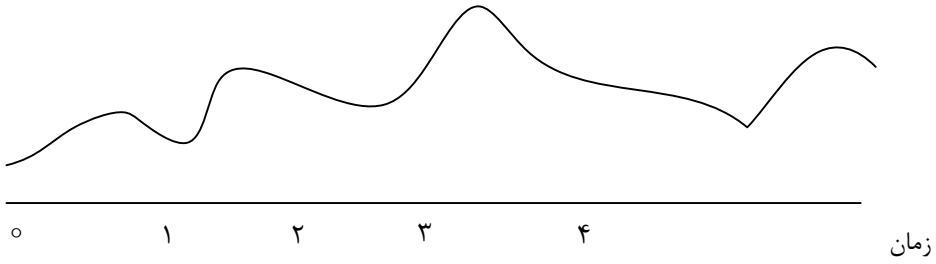
۲-۱ روش توافق جمعی[1]: در این روش پیش بینی تقاضا طی بحث و تبادل نظر در جلسه ای با حضور متخصصان، کارشناسان و مدیران سازمان انجام می گیرد و از جنبه های مختلف سازمان به مسئله نگریسته می شود و پیش بینی تقاضا انجام می شود. عیب این روش آن است که افراد تحت تأثیر نظر اکثریت قرار می گیرند.

۳-۱ انتظارات مصرف کنندگان: برای پیش بینی تقاضا می توان از نظرات مصرف کنندگان بهره گرفت و انتظارات ان ها را جویا شد. البته به دلیل آنکه با مصرف کننده ارتباط مستقیم برقرار می شود، این روش برای بهبود محصول یا توسعه محصول جدید، بسیار کارآمد است. اگرچه زمان بر و هزینه بر است.

۴-۱ روش دلفی[2]: در این روش با استفاده از یکی از ابزارهای جمع آوری اطلاعات مانند پرسشنامه، نظرات گروهی متخصص که لزوماً عضو سازمان هم نیستند، درباره ی پیش بینی تقاضای دوره ی آینده ی محصول مورد نظر، جمع آوری می شود. معمولاً اعضای گروه از نظرات یکدیگر مطلع نیستند و در حضور یکدیگر قرار نمی گیرند، به همین دلیل افراد تحت تأثیر نظر اکثریت آرا قرار نمی گیرند. پس از جمع آوری پرسشنامه های بی نام، نظرات گردآوری شده به اطلاع هر یک از اعضا رسانده می شود و از آن ها خواسته می شود مجدداً به اظهارنظر بپردازند. این چرخه تا رسیدن به یک اجماع تکرار می شود. این روش بسیار پرهزینه و زمان بر است و معمولاً برای پیش بینی های بلندمدت استفاده می شود.

۲- روش های کمی: روش های کمی را می توان بر دو نوع روش های سری های زمانی[3] و روش های سببی[4] تقسیم بندی نمود، که انواع هریک عبارتست از:

۱-۲ سری های زمانی: هنگامی که مقادیر فروش واقعی دوره های گذشته وابسته به متغیر مستقل زمان t باشد یا به عبارتی میزان تقاضای یک محصول تابعی از زمان t، $Y=f(t)$، باشد، با روش های سری زمانی می توان مقادیر تقاضا را برای دوره ی جدید برآورد نمود. (شکل ۲-۱)



شکل(۲-۱) نمودار سری های زمانی

1. Consensus Method

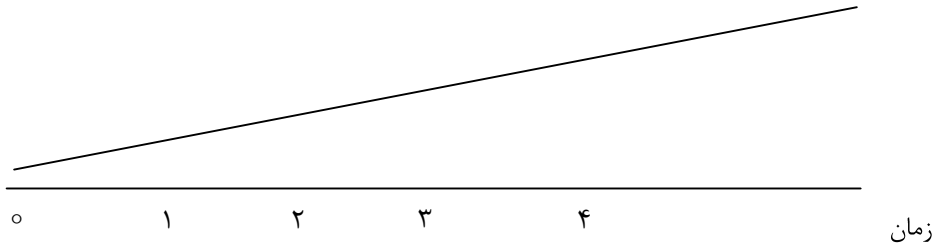
2. Delphi Method

3. Time Series

4. Causal or Explonatory Methods

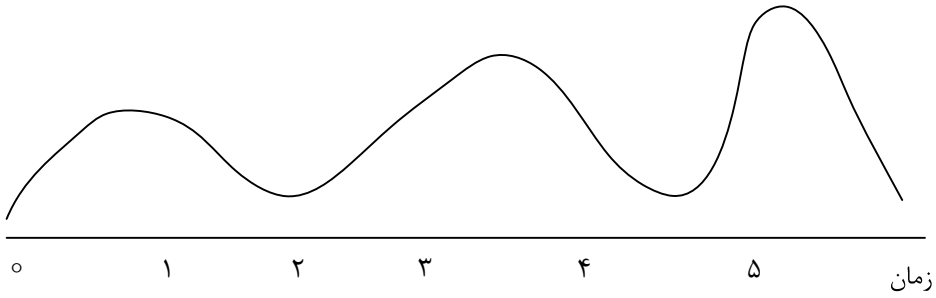
مطالعه ی میزان فروش گذشته یکی از ارکان مهم پیش بینی تقاضا محسوب می شود. تغییرات در میزان تقاضا یا فروش می تواند حالات گوناگونی داشته باشد. به عبارتی، هر سری زمانی از چهار جز تشکیل شده است.

جز روند (T): این جز نشان دهنده ی کاهش یا افزایش عمومی سری در طول زمان است. برای مثال، نرخ رشد جمعیت بطور متوسط هر ساله ۲۰% است و این عنصر در حالت عادی نیز به شکل روند وجود دارد.



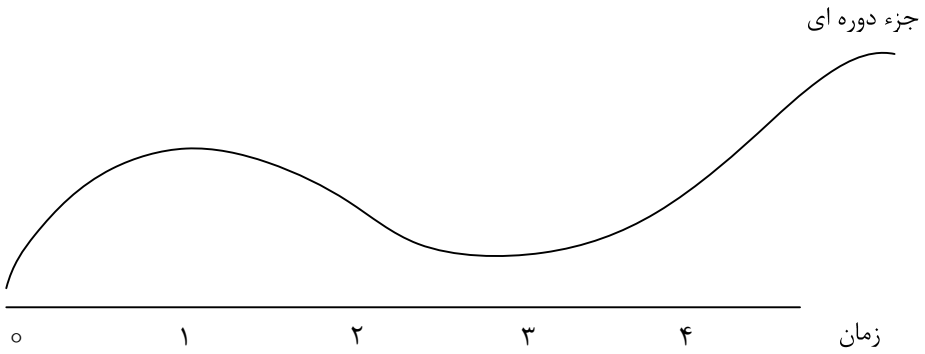
شکل(۳-۱) نمودار سری زمانی (نوسانات دارای روند)

جز فصلی (S): این جز نشان دهنده تغییرات فصلی تقاضا برای کالا است. برای مثال، در پاییز و زمستان فروش بخاری افزایش یافته و در بهار و تابستان کاهش می یابد و این سیکل با تغییر فصول تکرار می شود.



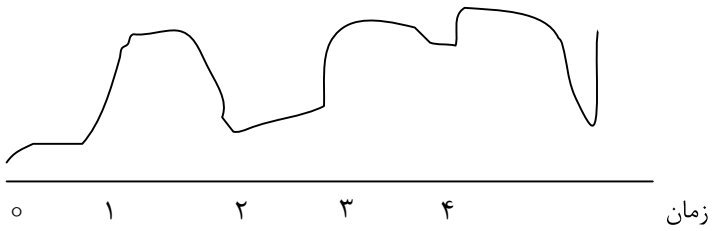
شکل(۴-۱) نمودار سری زمانی (نوسانات فصلی)

جز دوره ای (C): این جز نشان دهنده ی تغییرات دوره ای تقاضا است. با این تفاوت که چرخه تکرار دوره ها، بیش از یک سال است. به طور مثال، می توان رکود یا رونق اقتصادی را نام برد. مطالعه این دوره ها معمولاً به دوره های ۲۰ – ۱۵ ساله احتیاج دارد. گاهی نیز در چرخه ثابتی تکرار نمی شوند. بدین معنی که ممکن است برای مثال بعد از یک رکود ۵ ساله، ۱۰سال رونق اقتصادی بوجود آید و مجدداً رکودی ۲ ساله ایجاد شود.



شکل(۵-۱) نمودار سری زمانی نوسانات دوره ای

جز تصادفی (I): این جز مربوط به تغییرات کوچکی است که در تقاضا ایجاد شده و عوامل فوق العاده زیادی در آن دخیل هستند.



شکل(۶-۱) نمودار سری زمانی (نوسانات تصادفی)

انواع روش های سری های زمانی:

در یک تقسیم بندی کلی می توان انواع روش های سری زمانی را به شرح زیر بیان نمود:

روش نایو، میانگین ساده، میانگین متحرک، میانگین متحرک وزنی، نمو هموار ساده، نمو هموار تعدیل شده، روش حداقل مجذورات و روش نوسانات فصلی.

روش نایو[1] (آخرین دوره): در این روش فروش (تقاضای) واقعی دوره ی قبل، بعنوان پیش بینی تقاضای دوره ی آینده در نظر گرفته می شود. این روش تغییرات فصلی را در نظر نمی گیرد.

$$F_t = A_{t-1}$$ رابطه (۱-

که: F_t، پیش بینی تقاضای دوره ی بعد و A_{t-1}، فروش واقعی دوره ی قبل است.

1. Naive

مثال (۱-۱):اطلاعات مربوط به فروش یک محصول در ۵ماه گذشته به شرح زیر است. با استفاده از روش نایو تقاضای مربوط به ماه ششم را پیش بینی نمایید.

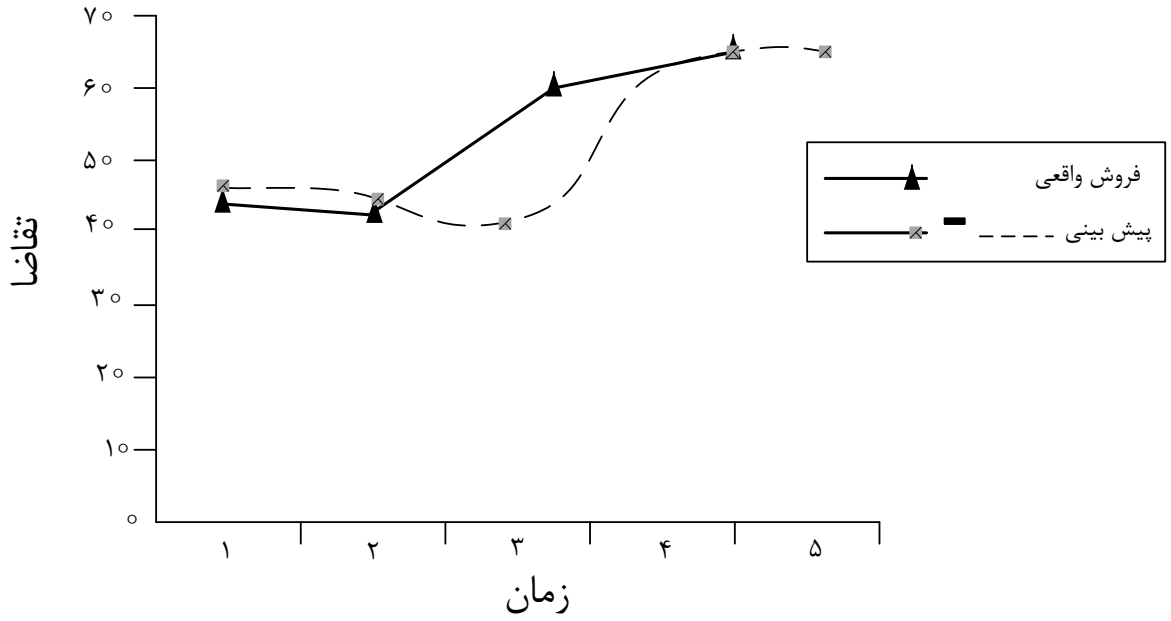
ماه	۱	۲	۳	۴	۵
فروش واقعی A_t	۵۰	۴۸	۴۵	۶۱	۶۳

جدول (۱-۱) اطلاعات مربوط به مثال(۱-۱)

حل: به منظور تعیین میزان خطای مدل پیش بینی تقاضا لازم است علاوه بر پیش بینی تقاضای ماه ششم، پیش بینی تقاضا برای ماه های قبل نیز انجام شود. همانگونه که مشاهده می شود برای دوره ی اول تقاضایی پیش بینی نمی شود چون از فروش واقعی دوره ی قبل آن، اطلاعاتی وجود ندارد. بنابراین فروش واقعی دوره ی اول به عنوان پیش بینی تقاضای دوره ی دوم در نظر گرفته می شود و به همین ترتیب برای دوره های بعد نیز پیش بینی انجام می گردد. همچنین میزان فروش واقعی دوره ی پنجم، به عنوان پیش بینی تقاضای ماه ششم در نظر گرفته می شود.

ماه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
فروش واقعی A_t	۵۰	۴۸	۴۵	۶۱	۶۳	--
پیش بینی F_t	--	۵۰	۴۸	۴۵	۶۱	۶۳

جدول (۲-۱) اطلاعات مربوط به مثال(۱-۱)



شکل (۷-۱) نمودار واقعی و پیش بینی تقاضا بر اساس روش نایو مثال (۱-۱)

روش میانگین ساده: در این روش میانگین مقادیر مربوطه به فروش دوره های قبلی به عنوان پیش بینی تقاضای دوره ی بعد تلقی می شود. این روش تغییرات فصلی را در نیز بر نمی گیرد.

$$F_t = \frac{\sum_{t=۱}^{n} A_{t-۱}}{n-۱}$$ رابطه (۲-

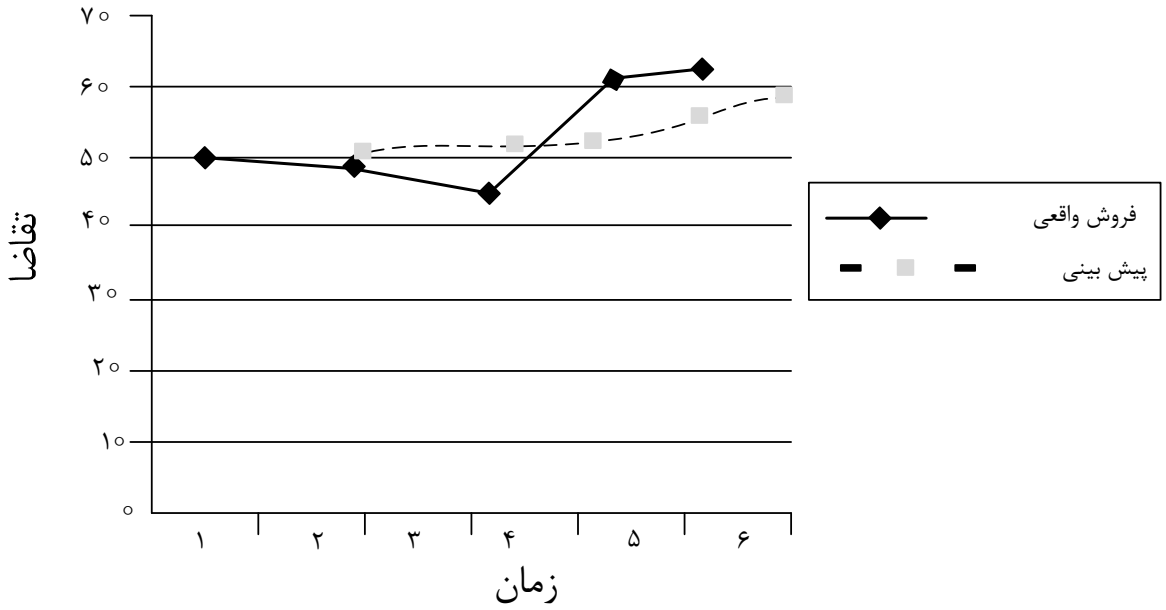
F_t، پیش بینی تقاضای دوره ی بعد، $A_{t-۱}$فروش واقعی دوره ی قبل و n تعداد دوره است.

مثال (۲-۱): با استفاده از اطلاعات فروش ۵ماه گذشته مربوط به جدول (۱-۱)، تقاضای ماه های ۱ تا ۶ را برای محصول مورد نظر پیش بینی کنید.

حل: همانگونه که مشاهده می شود برای دوره ی اول تقاضایی پیش بینی نمی شود چون از میزان فروش واقعی دوره ی قبل از آن اطلاعاتی وجود ندارد. در این روش پیش بینی تقاضای ماه دوم، برابر با میانگین فروش ماه اول، یعنی ۵۰است و پیش بینی تقاضای ماه سوم، $F_۳ = (۵۰+۴۸) \div ۲ = ۴۹$، و پیش بینی تقاضای ماه چهارم، $F_۴ = (۵۰+۴۸+۴۵) \div ۳ = ۴۷/۶$ و به همین ترتیب برای دوره ی ششم $F_۳ = (۵۰+۴۸+۴۵+۶۱+۶۳) \div ۵ = ۵۳/۴$ است.

ماه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
فروش واقعی A_t	۵۰	۴۸	۴۵	۶۱	۶۳	--
پیش بینی F_t	--	۵۰	۴۹	۴۷/۶	۵۱	۵۳/۴

جدول (۳-۱) اطلاعات مربوط به مثال(۲-۱)



شکل (۸-۱) نمودار فروش واقعی و پیش بینی تقاضا بر اساس روش میانگین مثال (۲-۱)

روش میانگین متحرک[1]: در این روش، میانگین مقادیر فروش واقعی چند دوره ی قبل (k)، پیش بینی تقاضای دور بعد را تشکیل می دهد. تعیین میزان (k) یا تعداد دوره های قبل بستگی به ارزش اطلاعاتی دوره های گذشته دارد. بنابراین پیش بینی فروش دوره ی بعد تنها تحت تأثیر k دوره ی قبل است که k می تواند ۲ یا ۳ و یا ۶ و یا ... دوره باشد. این روش برای پیش بینی تقاضای کالاهای فصلی نیز استفاده می شود.

$$F_t = \frac{\sum_{t=n-k}^{n} A_{t-1}}{k}$$

رابطه (۳-

F_t، پیش بینی تقاضای دوره ی بعد، n تعداد دوره ها و A_{t-1}، فروش واقعی دوره ی قبل (k تعداد دوره های در نظر گرفته شده، برای پیش بینی تقاضا است.)

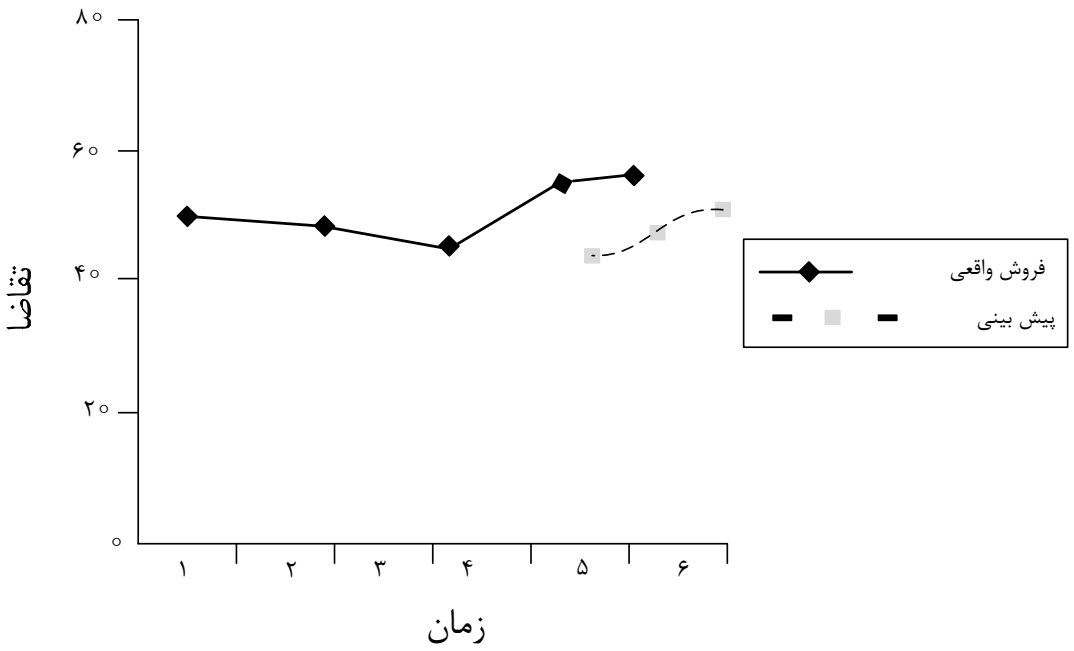
1. Moving Average

مثال (۳-۱): با استفاده از روش میانگین متحرک ۳ماهه تقاضای ماه های ۱ تا ۶ را برای اطلاعات مربوط به جدول (۱-۱) پیش بینی نمایید.

حل: در این روش به دلیل فقان اطلاعات مربوط به فروش برای ۳دوره ی اول پیش بینی تقاضا انجام نمی شود و پیش بینی تقاضا برای دوره ی چهارم، $F_۴ = (۵۰+۴۸+۴۵) \div ۳ = ۴۷/۶$، دوره ی پنجم، $F_۵ = (۴۸+۴۵+۶۱) \div ۳ = ۵۱/۳$ و برای دوره ی ششم $F_۶ = (۴۵+۶۱+۶۳) \div ۳ = ۵۶/۳$ خواهد بود.

	ماه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
A_t	فروش واقعی	۵۰	۴۸	۴۵	۶۱	۶۳	
F_t	پیش بینی	--	--	--	۴۷/۶	۵۱/۳	۵۶/۳

جدول (۴-۱) اطلاعات مربوط به مثال(۳-۱)



شکل (۹-۱) نمودار فروش واقعی و پیش بینی تقاضا بر اساس روش میانگین متحرک مثال (۳-۱)

روش میانگین متحرک وزنی[1]: اگرچه میزان فروش یا تقاضای دوره ی بعد تحت تأثیر n دوره ی قبل است، اما تأثیر هر یک از دوره های قبل به یک میزان نبوده و میزان اثرگذاری هر دوره متفاوت است. در این روش با محاسبه میانگین وزنی چند دوره ی قبل به پیش بینی تقاضای دوره ی بعد می پردازند. تعیین وزن هر یک از دوره های قبل بستگی به نوع کالا و میزان فروش آن در سنوات گذشته دارد.

$$F_t = \sum_{t=n-k}^{n} \theta_i A_{t-۱}$$

رابطه (۴-

2. Weighted Moving Average

A_{t-1}، فروش واقعی دوره ی قبل، k، تعداد دوره های مورد نظر برای پیش بینی تقاضا و n، تعداد دوره ها بطوری که $\sum_{i=n-k}^{n} \theta_i = 1$ باشد.

مثال (۴-۱): بر اساس اطلاعات مربوط به جدول (۱-۱)، میزان تقاضای مربوط به ماه های ۱ تا ۶ را برای محصول فوق با استفاده از روش میانگین متحرک وزنی ۳ماهه با وزن های ۵۰% ماه قبل، ۳۰% دوماه قبل و ۲۰% سه ماه قبل پیش بینی نمایید.

حل: در این روش نیز برای سه دوره ی اول نمی توان پیش بینی تقاضا را انجام داد. (چون اطلاعات فروش واقعی ۳ دوره ی قبل وجود ندارد). بنابراین پیش بینی تقاضا برای دوره ی چهارم،

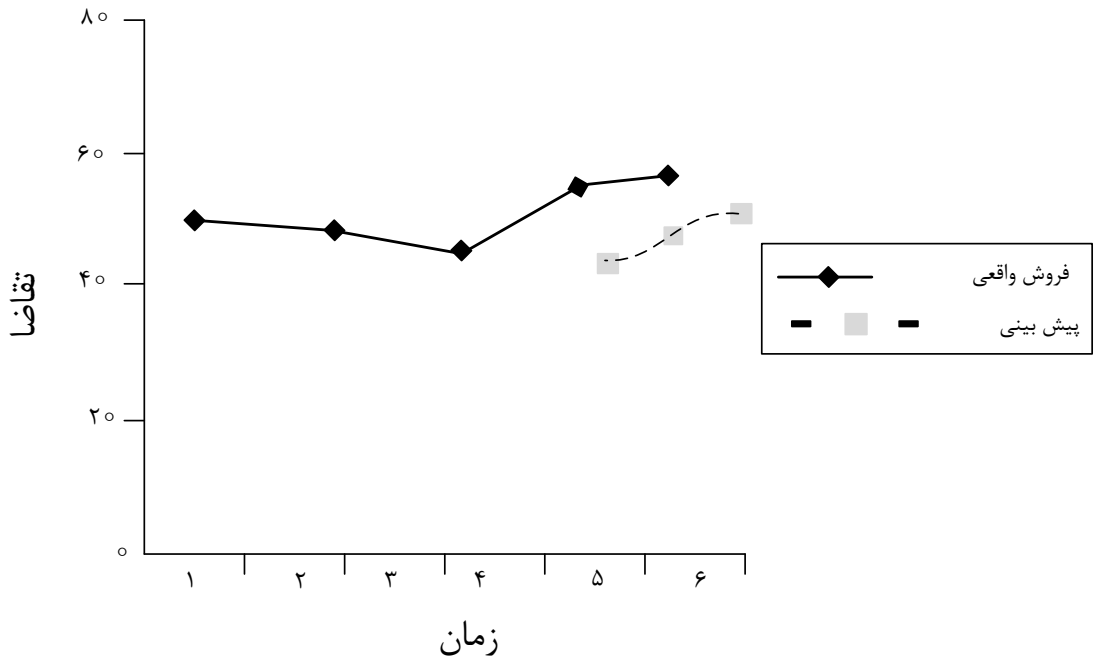
$$F_4 = [\%50 \circ (45) + \%30 \circ (48) + \%20 \circ (50)] = 46/9$$

برای دوره ی پنجم، $F_5 = [\%50 \circ (61) + \%30 \circ (45) + \%20 \circ (48)] = 53/6$

و برای دوره ی ششم، $F_6 = [\%50 \circ (63) + \%30 \circ (61) + \%20 \circ (45)] = 58/8$ خواهد بود.

ماه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
فروش واقعی A_t	۵۰	۴۸	۴۵	۶۱	۶۳	--
پیش بینی F_t	--	--	--	۴۶/۹	۵۳/۶	۵۸/۸

جدول (۵-۱) اطلاعات مربوط به مثال(۴-۱)



شکل (۱۰-۱) نمودار فروش واقعی و پیش بینی تقاضا بر اساس روش میانگین متحرک وزنی مثال (۴-۱)

روش نمو هموار ساده[1]: در این روش، پیش بینی تقاضای دوره ی بعد عبارت است از:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(A_t - F_t)$$ رابطه (۵-

F_{t+1}: پیش بینی تقاضای دوره ی بعد، A_t: میزان واقعی تقاضای دوره ی قبل، F_t: پیش بینی تقاضای دوره ی قبل، n تعداد دوره ها و α: ضریب نمو هموار که بین صفر و یک است.($0 < \alpha < 1$)

هر قدر α یا ضریب نمو هموار به صفر نزدیک تر شود نمایانگر بی ارزش بودن داده های اخیر فروش واقعی است و هر قدر α یا ضریب نمو هموار به یک نزدیک تر شود، نشان می دهد که داده های اخیر فروش واقعی با ارزش می باشند. لازم به ذکر است که در این روش برای پیش بینی تقاضای دوره ی دوم از فروش واقعی دوره ی اول استفاده می شود.

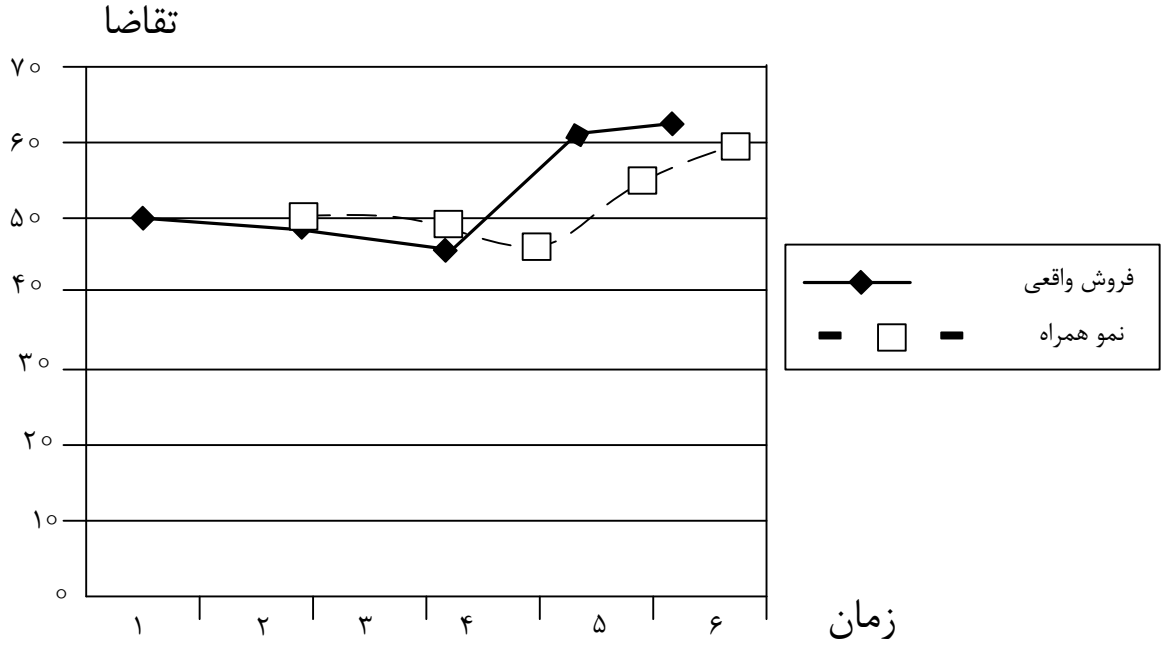
مثال (۵-۱): تقاضای مربوط به ماه های ۱ تا ۶ را با استفاده از روش نمو هموار ساده پیش بینی نمایید. ($\alpha = 0/3$)

حل: همانطورکه مطرح شد برای دوره های اول نمی توان پیش بینی تقاضا انجام داد. بنابراین، میزان فروش واقعی دوره ی اول به عنوان پیش بینی تقاضای دوره ی دوم در نظر گرفته می شود. میزان تقاضا برای دوره ی سوم، $F_3 = 50 + 0/3(48 - 50) = 49/4$ و برای دوره ی چهارم، $F_4 = 49/4 + 0/3(45 - 49/4) = 48/08$ می باشد. بقیه محاسبات نیز به همین ترتیب است. لذا پیش بینی تقاضای دوره ی ششم، $F_6 = 51/95 + 0/3(63 - 51/95) = 55/26$ خواهد بود.

ماه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
فروش واقعی A_t	۵۰	۴۸	۴۵	۶۱	۶۳	--
پیش بینی F_t	--	۵۰	۴۹/۴	۴۸/۰۸	۵۱/۹۵	۵۵/۲۶

جدول (۶-۱) اطلاعات مربوط به مثال(۵-۱)

1. Single Exponential Smoothing



شکل (۱۱-۱) نمودار فروش واقعی و پیش بینی تقاضا بر اساس روش نمو هموار ساده مثال (۵-۱)

به طور تقریبی ضریب نمو هموار را می توان به صورت زیر محاسبه نمود:

$$\alpha = \frac{۲}{n+۱}$$ رابطه (۶-

روش نمو هموار تعدیل شده[1]: این روش متشکل از روش نمو هموار ساده با شاخص روند تعدیل شده است که نحوه محاسبه ی آن به شرح زیر است:

$$AF_{t+۱} = F_{t+۱} + T_{t+۱}$$ رابطه (۷-

$AF_{t+۱}$: پیش بینی تقاضای دور بعد و $F_{t+۱}$: پیش بینی تقاضا بر اساس روش نمو هموار ساده و $T_{t+۱}$: شاخص روند نمو هموار

$$T_{t+۱} = \beta(F_{t+۱} - F_t) + (۱-\beta)T_t$$ رابطه (۸-

T_t: شاخص روند دوره های گذشته و β: ضریب نمو هموار روند

1. Adjusted Exponential Smoothing

β می تواند بین ۰ و ۱ باشد و بیانگر وزن یا ارزشی است که به اطلاعات اخیر داده می شود و به دیدگاه افراد پیش بینی کننده نسبت به اطلاعات فروش اخیر بستگی دارد. چنانچه میزان β نزدیک به ۱ باشد نشان می دهد که تغییرات روند بیشتر از وضعیتی است که β نزدیک به صفر باشد. اصولاً در این روش میزان α و β با هم مساوی نیستند.

مثال (۶-۱): بر اساس اطلاعات مربوط به جدول (۱-۱)، با استفاده از روش نمو هموار تعدیل شده $(\alpha = ۰/۵)$ و $(\beta = ۰/۳)$. تقاضای مربوط به ماه های ۶-۱ را پیش بینی کنید.

حل: ابتدا نمو هموار ساده را بر اساس $(\alpha = ۰/۵)$ محاسبه نمایید. سپس برای محاسبه نمو هموار تعدیل شده، ابتدا لازم است که میزان T_t برای ماه دوم تعیین شود. فرض کنید که $T_۲ = ۰$ است. میزان پیش بینی تقاضای ماه دوم، همان میزان پیش بینی تقاضای ماه دوم در روش نمو هموار ساده خواهد بود. بنابراین:

$$T_{t+۱} = \beta(F_{t+۱} - F_t) + (۱-\beta)T_t$$

$$AF_۲ = ۵۰ \quad ,$$

$$T_۳ = ۰/۳(۴۹-۵۰) + (۱-۰/۳)(۰) = -۰/۳$$

یعنی همان پیش بینی تقاضا حاصل شده در ماه دوم و سوم نمو هموار است. $F_۳$ و $F_۲$ توضیح آنکه میزان

$$AF_۳ = ۴۹ + (-۰/۳) = ۴۸/۷ \quad , \quad AF_۳ = F_۳ + T_۳$$

و همین طور برای ماه چهارم

$$T_۴ = \beta(F_۴ - F_۳) + (۱-\beta)T_۳$$

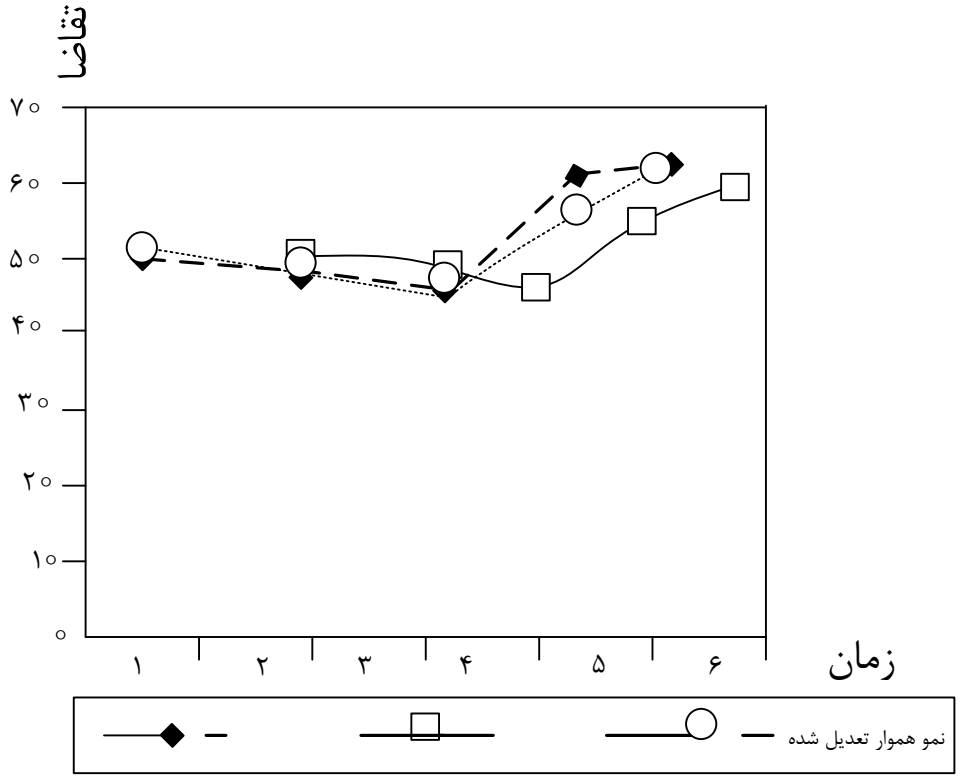
$$T_۴ = ۰/۳(۴۷-۴۹) + (۱-۰/۳)(-۰/۳) = -۰/۸۱ \qquad AF_۴ = F_۴ + T_۴$$

$AF_۴ = ۴۷ - ۰/۸۱ = ۴۶/۱۹$ و بقیه محاسبات نیز به همین ترتیب است.

ماه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
فروش واقعی A_t	۵۰	۴۸	۴۵	۶۱	۶۳	
نمو هموار ساده F_t	--	۵۰	۴۹	۴۷	۵۴	۵۸/۵
نمو هموار تعدیل شده AF_t	--	۵۰	۴۸/۷	۴۶/۱۹	۵۵/۵۳	۶۰/۹۲

جدول (۷-۱) اطلاعات مربوط به مثال(۶-۱)

همانطور که در نمودار نیز ملاحظه می گردد میزان پیش بینی نمو هموار تعدیل شده همواره بیشتر از نمو هموار ساده است. بنابراین وقتی که در فروش واقعی افزایش روند باشد از روش نمو هموار تعدیل شده استفاده می شود.



شکل (۱۲-۱) نمودار فروش واقعی و پیش بینی بر اساس روش نمو هموار تعدیل شده

روش حداقل مجذورات[1]: از دیگر روش های سری های زمانی «روش حداقل مجذورات» است. چنانچه نمودار فروش دوره های گذشته نشان دهد که فروش واقعی دوره های گذشته دارای روند بوده و نوسان آن حول یک خط است، می توان با استفاده از روش حداقل مجذورات تابع خطی را پیش بینی و از بین داده های فروش واقعی دوره های گذشته عبور داد. در اینصورت چنانچه مجذور انحرافات پیش بینی انجام شده با فروش های واقعی را محاسبه نمایید، ملاحظه می شود که در این روش مجموع مجذور انحرافات پیش بینی یا نسبت به سایر روش ها در حداقل است. به همین دلیل آن تابع خطی را «خط حداقل مجذورات» گویند. شرط استفاده از این روش آن است که قدرمطلق ضریب همبستگی بین دو متغیر تقاضا و زمان بزرگتر از ۰/۵ باشد، یعنی رابطه ی معنی داری بین تقاضا و زمان وجود داشته باشد. علاوه بر آن شرایط حاکم بر سیستم همچنان ادامه داشته باشد و تغییر ناگهانی اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و... روی ندهد.

نحوه ی محاسبه ی ضریب همبستگی r:

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \sum_{i=1}^{n} X_i \sum_{i=1}^{n} Y_i}{\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} X^2_i - (\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} Y^2_i - (\sum Y_i)^2}}$$ رابطه (۹-

1. Least Square

www.sepandarand.com

اگر $|r| \geq ۰/۵$، خط مجاور را می توان از روش زیر بدست آورد:

$$\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta} X_i$$ رابطه (۱۰-

$$\hat{\alpha}_i = \bar{Y} - \hat{\beta}\bar{X}$$ رابطه (۱۱- ۱) عرض خط از

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=۱}^{n} X_i}{n}$$ رابطه (۱۲-

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=۱}^{n} Y_i}{n}$$ رابطه (۱۳-

$$\bar{\beta} = \frac{n\sum_{i=۱}^{n} X_i Y_i - \sum_{i=۱}^{n} X \sum_{i=۱}^{n} Y}{n\sum_{i=۱}^{n} X_i - \left(\sum_{i=۱}^{n} X_i\right)}$$ رابطه (۱۴-

مثال (۷-۱): میزان مصرف برق در ۵سال گذشته به شرح زیر است. با روش حداقل مجذورات تقاضای سال ششم را پیش بینی کنید.

سال	۱	۲	۳	۴	۵
مصرف برق (مگاوات) A_t	۵۰	۱۲۳	۱۱۴	۱۲۶	۱۳۴

جدول (۸-۱) اطلاعات مربوط به مثال(۷-۱)

حل: ابتدا ضریب همبستگی بین زمان و مصرف برق را بدست آورید.

ie-jozve.blogfa.com

سال	مصرف برق (مگاوات)	$X_i Y_i$	X_i^2	$\hat{Y}$	Y_i^2
۱	۱۱۲	۱۱۲	۱	۱۱۲/۴	۱۲۵۴۴
۲	۱۲۳	۲۴۶	۴	۱۱۷/۱	۱۵۱۲۹
۳	۱۱۴	۳۴۲	۹	۱۲۱/۸	۱۲۹۹۶
۴	۱۲۶	۵۰۴	۱۶	۱۲۶/۵	۱۵۸۷۶
۵	۱۳۴	۶۷۰	۲۵	۱۳۱/۵	۱۷۹۵۶
۱۵ جمع	۶۰۹	۱۸۷۴	۵۵		۷۴۵۰۱

جدول (۹-۱) اطلاعات مربوط به مثال(۷-۱)

$$r = \frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \sum_{i=1}^{n} X_i \sum_{i=1}^{n} Y_i}{\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - (\sum Y_i)^2}}$$

$$r = \frac{5(1874) - 15(609)}{\sqrt{5(55) - (15)^2}\sqrt{5(74501) - (609)^2}} = 0/824$$

با توجه به رابطه ی زیاد همبستگی بین دو متغیر زمان و مصرف برق، می توان با استفاده از خط حداقل مجذورات به پیش بینی تقاضای مصرف برق برای سال ششم پرداخت.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} = \frac{15}{5} = 3$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n} = \frac{609}{5} = 121/8$$

$$\bar{\beta}=\frac{n\sum_{i=1}^{n}X_iY_i-\sum_{i=1}^{n}X\sum_{i=1}^{n}Y}{n\sum_{i=1}^{n}X_i-\left(\sum_{i=1}^{n}X_i\right)}=\frac{(5)1874-(15)(609)}{(5)(55)-(15)^2}=4/7$$

$$\hat{\alpha}_i=\bar{Y}-\hat{\beta}\bar{X}=121/8-4/7(3)=107/7$$

$$\hat{Y}_i=\hat{\alpha}+\hat{\beta}X_i \Rightarrow \hat{Y}_i=107/7+4/7X_i$$

حال می توان با استفاده از معادله ی خط به پیش بینی تقاضا از ماه ۱ تا ۶ پرداخت.

سال	$\hat{Y}$
۱	۱۱۲/۴
۲	۱۱۷/۱
۳	۱۲۱/۸
۴	۱۲۶/۸
۵	۱۳۱/۲
۶	۱۳۵/۹

$$\hat{Y}_1=107/7+4/7(1)=112/4$$

$$\hat{Y}_2=107/7+4/7(2)=117/1$$

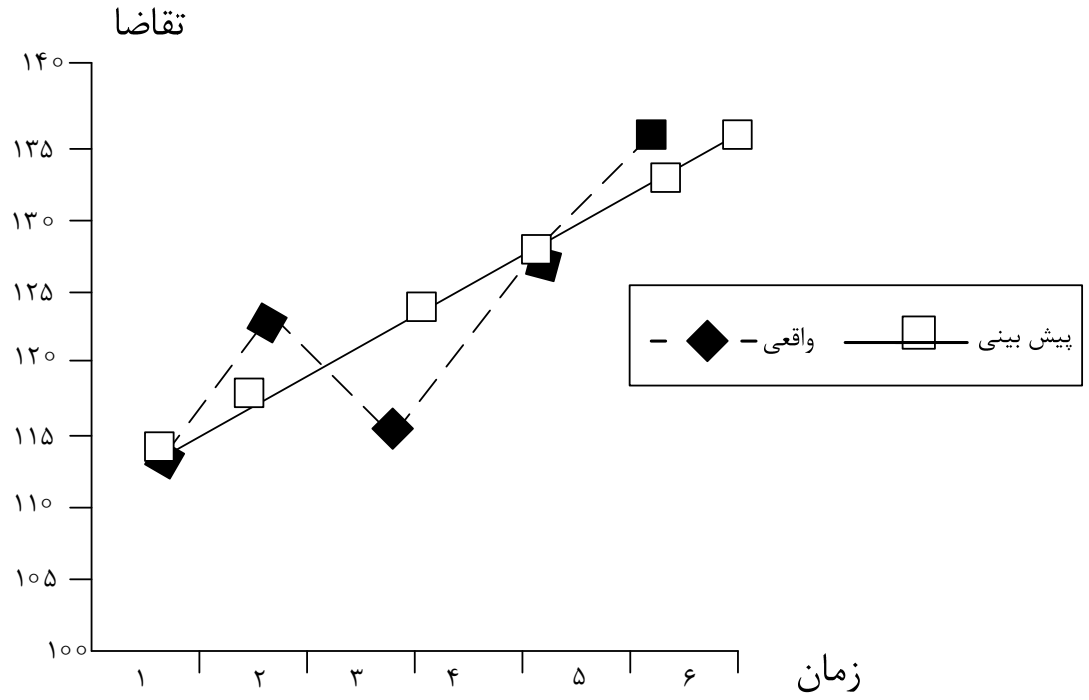
$$\hat{Y}_3=107/7+4/7(3)=121/8$$

$$\hat{Y}_4=107/7+4/7(4)=126/8$$

$$\hat{Y}_5=107/7+4/7(5)=131/2$$

$$\hat{Y}_6=107/7+4/7(6)=135/9$$

جدول (۱۰ – ۱)



شکل (۱۳-۱) نمودار فروش واقعی و پیش بینی تقاضا بر اساس روش حداقل مجذورات(مثال ۷-۱)

روش نوسانات فصلی: میزان فروش بعضی از کالاها فصلی است. یعنی با تغییر فصول میزان تقاضا تغییر می یابد. البته منظور از فصل فقط دوره های سه ماهه ی سال نیست، بلکه نوسانات گاهی بطور ماهیانه و هفتگی است. برای مثال، تقاضا برای کارت تبریک در ایام نوروز افزایش می یابد. بنابراین می توان گفت میزان تقاضا برای این کالا نیز دارای نوسانات فصلی است. برای پیش بینی تقاضای کالاهایی که فروش آنها دارای نوسانات فصلی است، ابتدا باید بر اساس روش خط حداقل مجذورات تابع خط را برآورد نموده و به پیش بینی تقاضا پرداخت. سپس نسبت تقاضای واقعی را به تقاضای پیش بینی شده محاسبه و یا به عبارتی ضریب $R_i = \frac{Y_i}{\hat{Y}_i}$ را برای هر یک از دوره ها محاسبه نمود. پس از آن میانگین ضریب فعلی یا همان $\bar{R}_i$ هر دوره را نیز محاسبه نموده و میزان پیش بینی تقاضای iام را در آن ضرب می کنیم. پس از آن می توان تقاضای کل سال آینده را پیش بینی کرد.

مثال (۸-۱): میزان فروش بستنی زمستانی در ۳سال گذشته به شرح زیر است. با استفاده از روش نوسانات فصلی به پیش بینی تقاضا برای سال آینده بپردازید.

فصل	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
فروش بر حسب ۱۰۰۰۰	۲۰	۳۰	۵۰	۷۰	۳۰	۴۰	۶۰	۸۰	۴۰	۶۰	۸۰	۹۰

جدول (۱۱-۱) اطلاعات مربوط به مثال (۸-۱)

حل: ابتدا باید بر اساس معادله ی خط حداقل مجذورات به پیش بینی تقاضا پرداخت. خط حداقل مجذورات برای مثال فوق عبارت است از: $\hat{Y}_i = ۱۰۷/۷ + ۴/۷X_i$. سپس باید نسبت تقاضای واقعی را به تقاضای پیش بینی شده تعیین نمود. یا به عبارتی ضریب $R_i = \frac{Y_i}{\hat{Y}_i}$ را برای هر یک از دوره ها محاسبه نمود.

سال	فصل	X_i	فروش واقعی بر حسب ۱۰۰۰۰	$\hat{Y}_i = ۲۴/۴ + ۴/۵۸X_i$	$R_i = \frac{Y_i}{\hat{Y}_i}$
۱۳x۱	بهار	۱	۲۰	۲۸/۹۸	۰/۶۹
	تابستان	۲	۳۰	۳۳/۵۶	۰/۸۹
	پاییز	۳	۵۰	۳۸/۱۴	۱/۳۱
	زمستان	۴	۷۰	۴۲/۷۲	۱/۶۴
۱۳x۲	بهار	۵	۳۰	۴۷/۳۰	۰/۶۳
	تابستان	۶	۴۰	۵۱/۸۸	۰/۷۷
	پاییز	۷	۶۰	۵۶/۴۶	۱/۰۶
	زمستان	۸	۸۰	۶۱/۰۴	۱/۳۱
۱۳x۳	بهار	۹	۴۰	۶۵/۶۲	۰/۶۱
	تابستان	۱۰	۶۰	۷۰/۲۰	۰/۸۵
	پاییز	۱۱	۸۰	۷۴/۷۸	۱/۰۷
	زمستان	۱۲	۹۰	۷۹/۳۶	۱/۱۳

جدول (۱۲-۱) اطلاعات مربوط به مثال (۸-۱)

پس از آن باید میانگین ضریب فصلی یا $\bar{R}_i$ هر دوره را محاسبه نمود.

بهار

$$\bar{R}_۱ = \frac{R_۱ + R_۵ + R_۹}{۳} = \frac{۰/۶۹ + ۰/۶۳ + ۰/۶۱}{۳} = ۰/۶۴۳۳$$

تابستان

$$R_۲ = \frac{R_۲ + R_۶ + R_{۱۰}}{۳_i} = \frac{۰/۸۹ + ۰/۷۷ + ۰/۸۵}{۳} = ۰/۸۳۶۷$$

پاییز

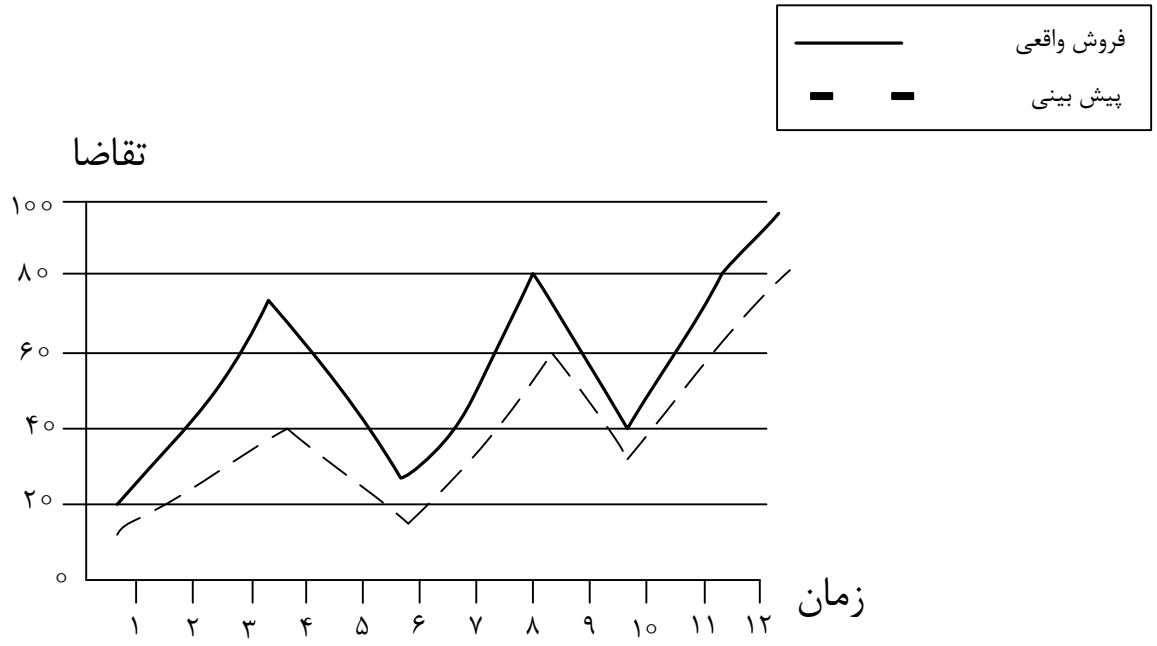
$$R_{۳}=\frac{R_{۳}+R_{۷}+R_{۱۱}}{۳}=\frac{۱/۳۱+۱/۰۶+۱/۰۷}{۳}=۱/۱۴۶۷$$

$$R_{۴}=\frac{R_{۴}+R_{۸}+R_{۱۲}}{۳}=\frac{۱/۶۴+۱/۳۱+۱/۱۳}{۳}=۱/۳۶$$

سپس میزان پیش بینی تقاضا را برای سال آینده محاسبه نموده و در میانگین ضریب فعلی یا $\overline{R}_i$ هر دوره را ضرب نمایید و تقاضای سال آینده را تعیین نمایید.

سال	فصل	X_i	$Y_i = ۲۴/۴ + ۴/۵۸X_i$	$Y \cdot \overline{R}_i$
۱۳x۱	بهار	۱۳	۸۳/۹۴	۸۳/۹۴×۰/۶۴۳۳ = ۵۳/۹۹
	تابستان	۱۴	۸۸/۵۲	۸۸/۵۲×۰/۸۳۶۷ = ۷۴/۰۶
	پاییز	۱۵	۹۳/۱	۹۳/۱۰×۱/۱۴۶۷ = ۱۰۶/۷۵
	زمستان	۱۶	۹۷/۶۸	۹۷/۶۸×۱/۳۶ = ۱۳۲/۸۴

جدول (۱۳-۱) پیش بینی تقاضا مربوط به حل مثال (۸-۱)



شکل (۱۴-۱) نمودار فروش واقعی و پیش بینی تقاضا بر اساس روش نوسانات فصلی مثال (۸-۱)

مدل سازی در سری های زمانی

هنگامی که مقادیر تقاضا در طول سال های مختلف، دارای اجزای مختلفی باشند، می توان به روش زیر مدل سازی نمود. گاهی اجزای یک سری زمانی را می توان تفکیک و اثر هر یک را در تقاضای دوره ی جدید بررسی نمود. این روش را «روش تجزیه ای» می نامند. در این روش یک سری زمانی در نظر گرفته می شود آن را به اجزای تشکیل دهنده تجزیه می نمایند. مطالعه اجزا و پیش بینی رفتار آن ها ساده است و با پیش بینی هر یک می توان میزان سری زمانی برای تقاضای دوره ی آینده را پیش بینی نمود. روش تجزیه ای بر این پیش فرض استوار است که عناصر تشکیل دهنده ی سری سازمانی، مستقل از یکدیگر عمل می کنند و شرایط حاکم بر ان ها ثابت است. انواع آن عبارت است از: ۱- روش ضربی ۲- روش جمعی.

در روش ضربی، اجزای آن سری شامل سری مقادیری است که حاصل ضرب آن ها، میزان پیش بینی تقاضای دوره ی بعد را تشکیل می دهد و در روش جمعی، اجزای آن سری به شکل ارقامی است که حاصل جمع آن ها پیش بینی تقاضای دوره ی آینده را به دست می دهد.

$TF=T.S.C.I$	رابطه ی	روش
$TF=T+S+C+I$	رابطه ی (۱۶-	روش جمعی

TF: کل تقاضا، T: جز روند، S: جز فصلی، C: جز سیکلی (دوره ای)، I: جز تصادفی

۲-۲ روش های سببی[1]

در سری های زمانی رابطه ی بین تقاضا و متغیر زمان بررسی می شود. در حالی که اگر تقاضا با عاملی غیر از زمان رابطه داشته باشد، از روش علی- معلولی (مدل سببی) استفاده می شود. برای مثال، می توان رابطه ی میزان تقاضا برای محصول خاص با افزایش جمعیت یا افزایش تبلیغات را نام برد. در این روش ها از رگرسیون خطی و غیر خطی که هر کدام می تواند بصورت یک متغیره یا یا چند متغیره باشد استفاده می شود. بطور مثال، در رگرسیون خطی یک متغیره، رابطه ی خطی تقاضا را با عاملی مانند جمعیت بررسی می کنند.

که معادله خط عبارت است از:

$$\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta}.X_i$$ رابطه ی

در رگرسیون خطی چند متغیره، رابطه ی خطی تقاضا با چند متغیر مثل جمعیت و سن در نظر گرفته می شود که معادله خط عبارت است از:

$$\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + ... + \hat{\beta}_n X_n$$ رابطه ی

و به همین ترتیب نیز رگرسیون غیرخطی یک و چندمتغیره، روابط غیر خطی بین متغیرهای مستقل و وابسته را بررسی می کنند. برای مثال، تابع غیرخطی رگرسیون درجه ی ۲ به شرح زیر است:

$$\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta} X_i + \hat{\delta} X_i^2$$ رابطه ی

1. Causal Model

ترکیب روش های پیش بینی تقاضا

بطور کلی می توان پیش بینی تقاضاهای به دست آمده را، مطابق روابط زیر ترکیب نمود:

رابطه ی

$$F_t = \theta F_{1t} + (1-\theta) F_{2t}$$

F_t: ترکیب پیش بینی های تقاضا، F_t:پیش بینی تقاضا روش اول، F_t: پیش بینی تقاضا روش دوم.

که واریانس خطای پیش بینی تقاضای جدید از رابطه ی (۲۱-۱) به دست می آید.

رابطه ی

$$V(et) = \theta^2 \sigma_1^2 + (1-\theta)^2 \sigma_2^2$$

که استفاده از رابطه ی $\theta = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$ واریانس پیس بینی تقاضای ترکیبی را حداقل می کند. به عبارت دیگر بهترین بین دو پیش بینی تقاضا حاصل می شود.

مثال (۹-۱): پیش بینی فروش دور آینده با روش دلفی ۱۲۴۵ و با روش حداقل مجذورات ۱۲۹۰ تعیین شده است. واریانس روش دلفی برای سال های قبل ۱۲۸ و واریانس حداقل مجذورات ۷۳ است. با ترکیب این دو روش پیش بینی تقاضای دور بعد را بیابید.

حل:

$$\theta = \frac{۷۳}{۱۲۸+۷۳} = ۰/۳۶۳$$

$$F_t = ۰/۳۶۳(۱۲۴۵) + ۰/۶۳۷(۱۲۹۰) = ۱۲۷۳/۶۶$$

واریانس پیش بینی تقاضای ترکیبی $\theta = ۰/۳۶۳$ برابر با:

$$V_{(et)} = (۰/۳۶۳)^2(۱۲۸) + (۰/۶۳)^2(۷۳) = ۴۵/۸۴$$

می شود که واریانس حداقل بین دیگر حالت های ترکیب است.

در روش ترکیبی معمولاً پیش بینی تقاضای دو روش کیفی و کمی با هم ترکیب می شود. البته می توان دو روش کمی یا دو روش کیفی را نیز با هم ترکیب نمود.

تعیین میزان صحت پیش بینی

به ندرت پیش می آید که بتوان موردی را دقیقاً پیش بینی نمود. بنابراین، همواره پیش بینی ها با خطا همراه است. مهم این است که خطای پیش بینی در حداقل نگه داشته شود. شاخص های مختلفی برای محاسبه ی خطای پیش بینی وجود دارد که مهمترین آن ها عبارتند از:

میانگین قدر مطلق مجموع انحرافات MAD[1] و میانگین مجذور خطای پیش بینی MSE[2]:

برای ارزیابی مدل های پیش بینی تقاضا شاخص هایی وجود داردکه از روابط به شرح زیر به دست می آیند:

$$MAD = \frac{\sum |A_t - F_t|}{n}$$ رابطه ی

$$MSE = \frac{\sum (A_t - F_t)^2}{n}$$ رابطه ی

A_t: فروش واقعی A_t: پیش بینی تقاضا A_t: تعداد دوره ها.

منظور از n تعداد دوره هایی است که می توان اختلاف بین فروش واقعی و پیش بینی تقاضا را محاسبه نمود. بنابراین در یک دوره ی ۱ تا ۱۲ ماهه $n = ۱۱$ است.

e_t : میزان انحراف از فروش واقعی $$e_t = (A_t - F_t)$$ رابطه ی (۲۵-۱)

پس از محاسبه میزان خطا برای روش های پیش بینی، روشی را که کمترین خطا را داشته باشد باید انتخاب نمود و آن را مبنای پیش بینی قرار داد.

میانگین قدر مطلق درصد انحراف MAPD[3]:

در این روش قدر مطلق درصد انحراف از میزان تقاضا نسبت به کل تقاضا (فروش واقعی) تعیین می شود. هر چه این میزان کمتر باشد نشان می دهد که روش پیش بینی دقیق تر است

$$MAPD = \frac{\sum |A_t - F_t|}{\sum A_t}$$ رابطه ی (۲۶-

خطای تجمعی[4]:

در این روش میزان انحرافات پیش بینی شده از تقاضای واقعی، تعیین شده و سپس مجموع آن محاسبه می گردد.

1. Mean Absolute Deviation
2. Mean Square Deviation
3. Mean Absolute Percent Deviation
4. Cumulative Error

$$\sum e_t = \sum (A_t - F_t)$$ رابطه ی

هر چه میزان ($\sum e_t$) زیادتر باشد، نشان می دهد میزان پیش بینی تقاضا کمتر از میزان فروش واقعی است و بالعکس.

میانگین خطای تجمعی[1]:

$$\bar{E} = \frac{\sum e_t}{n}$$ رابطه (۲۸ -۱)

هر چه میانگین خطا بیشتر باشد نشان می دهد که میزان پیش بینی تقاضا کمتر از میزان فروش واقعی است.

روش های کنترل پیش بینی تقاضا

گاهی ممکن است بروز تحولاتی مانند دنیای رقابت یا تحولات اجتماعی فاصله زیادی بین میزان پیش بین ها با واقیعت ایجاد کند. بنابراین باید خطای پیش بینی را کنترل نموده و و در صورت تجاوز از حدود، روش پیش بینی را تغییر داد. سپس برای بررسی اینکه، آیا مدل پیش بینی تحت کنترل است یا نه، می توان از روش علامت نمایانگر TS و روش میانگین مجذور خطا MSE استفاده نمود.

روش علامت نمایانگر[2]:

برای محاسبه ی علامت نمایانگر از رابطه زیر استفاده می شود:

$$TS = \frac{\sum (A_t - F_t)}{MAD} = \frac{\sum e_t}{MAD}$$ رابطه ی (۲۹-۱)

برای نشان دادن اینکه آیا پیش بینی فوق تحت کنترل است یا خیر، باید از حدود کنترل استفاده نمود. در این روش برای هر دوره، علامت نمایانگر (TS) مطابق رابطه ی (۲۹-۱) محاسبه می شود. برای نمایان سازی میزان دقیق پیش بینی لازم است نمودار پیش بینی نمو هموار در محدوده ی $\pm ۳MAD$ قرار گیرد. اگر توزیع خطاها نرمال فرض شود و میزان علامت نمایانگر (TS) در حدود کنترل $\pm ۳MAD$ قرار گیرد، به این معنی است که تغییرات حاکم بر تقاضا تصادفی است و تحول خاصی رخ نداده است. در غیر این صورت خروج از حدود نمایشگر ایجاد یک پدیده ی غیرعادی و تغییر عمده در تقاضا است. رابطه ی ببین MAD و انحراف معیار توزیع به شرح زیر است:

$$۱MAD = ۰/۸\sigma$$ رابطه ی

با توجه به رابطه ی (۳۰-۱) می توان حدود کنترل را برای علامت نمایانگر تعیین نمود. برای مثال، حدود کنترل $\pm ۳\alpha$ (یعنی $\%۹۹/۷$ سطح زیر منحنی) عبارت خواهد بود از:

$$۳\sigma = ۳/۷۵MAD$$ رابطه ی

معمولاً حدود کنترل از $\pm ۲MAD$ تا $\pm ۵MAD$ در نظر گرفته می شود.

1. Average Error

2. Tracking Signal

مثال (۱۰-۱): با توجه به اطلاعات مربوط به مثال (۱-۱) پیش بینی تقاضا با استفاده از روش نمو هموار ساده $\alpha = ۰/۳$ و با استفاده از علامت نمایانگر TS، میزان دقت پیش بینی را بین $\pm ۳MAD$ نمایان سازید.

حل: ابتدا میزان خطا را برای هر ماه (ستون ۴) و سپس میزان خطای تجمعی (ستون ۵) و بعد از آن MAD را برای هر ماه محاسبه نمایید. (ستون ۶ و ۷ و ۸)

$$MAD = \frac{\sum \left| A_t - F_t \right|}{n}$$

$MAD = \frac{۲}{۱} = ۲$ ماه دوم

$MAD = \frac{۶/۴}{۲} = ۳/۲$ ماه سوم

$MAD = \frac{۱۹/۳۲}{۳} = ۶/۴۴$ ماه چهارم

$MAD = \frac{۳۰/۳۷}{۴} = ۷/۵۹$ ماه پنجم

سپس علامت نمایانگر را محاسبه نمایید.

$$TS_t = \frac{\sum \left(A_t - F_t \right)}{MAD} = \frac{E}{MAD}$$

$$TS_۲ = \frac{-۲}{۲} = -۱$$

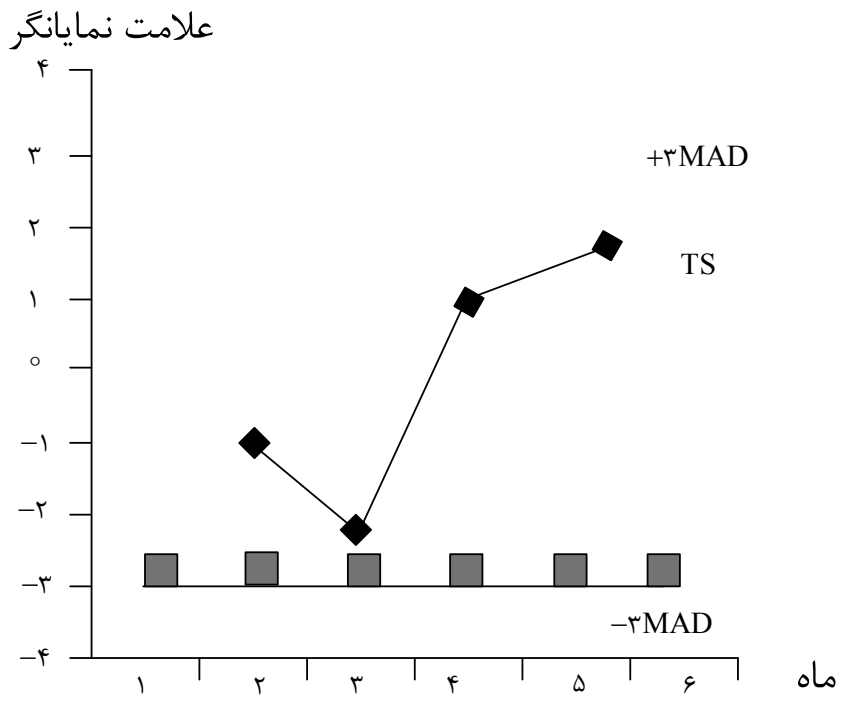
$$TS_۲ = \frac{-۶/۴}{۳/۲} = -۲$$

و بقیه محاسبات به همین ترتیب است. برای نمایان سازی میزان دقت پیش بینی لازم است نمودار نمو هموار پیش بینی تقاضا با در نظر گرفتن $\pm ۳MAD$ رسم شود.

www.sepandarand.com

ماه	تقاضا واقعی A_t	پیش بینی تقاضا $(\alpha = ۰/۳)$ F_t	خطا $(A_t - F_t)$	خطای تجمعی $\sum(A_t - F_t)$	قدر مطلق خطا $\lvert A_t - F_t \rvert$	قدر مطلق خطای (تجمعی) $\sum\lvert A_t - F_t \rvert$	MAD	TS
۱	۵۰	–	–	–	–	–	–	–
۲	۴۸	۵۰	−۲	−۲	۲	۲	۲	−۱
۳	۴۵	۴۹/۴	−۴/۴	−۶/۴	۴/۴	۶/۴	۳/۲	−۲
۴	۶۱	۴۸/۸	۱۲/۹۲	۶/۵۲	۱۲/۹۲	۱۹/۳۲	۶/۴۴	۱/۰۱
۵	۶۳	۵۱/۹۵	۱۱/۰۵	۱۷/۵۷	۱۱/۰۵	۳۰/۳۷	۷/۵۹	۲/۳۱
۶	–	۵۵/۲۶	–	–	–	–	–	–

جدول (۱۴-۱) اطلاعات مربوط به حل مثال (۱۰-۱)



شکل (۱۵-۱) نمودار علامت نمایانگر مربوط به مثال(مثال ۱۰-۱)

ملاحظه می شود که پیش بینی فوق تحت کنترل است.

روش میانگین مجذور خطا MSE:

ie-jozve.blogfa.com

این روش نه تنها برای تعیین صحت پیش بینی، بلکه برای کنترل پیش بینی نیز استفاده می شود.

n تعداد پیش بینی انجام شده

$$MSE = \frac{\sum (A_t - F_t)^2}{n}$$ رابطه ی

مثال (۱۱-۱): با توجه پیش بینی تقاضای انجام شده بر اساس روش نمو هموار ساده $\alpha = ۰/۳$ در مثال (۱۰-۱)، MSE و σ را محاسبه نمایید و در $\pm ۳\sigma$ حدود کنترل، میزان تحت کنترل بودن پیش بینی فوق را تعیین نمایید.

ماه	تقاضا واقعی A_t	پیش بینی تقاضا $(\alpha = ۰/۳)$ F_t	خطا $(A_t - F_t)$	مجذور خطا $(A_t - F_t)^2$
۱	۵۰	–	–	–
۲	۴۸	۵۰	−۲	۴
۳	۴۵	۴۹/۴	−۴/۴	۱۹/۳۶
۴	۶۱	۴۸/۸	۱۲/۹۲	۱۶۶/۹۲
۵	۶۳	۵۱/۹۵	۱۱/۰۵	۱۲۲/۱۰
۶	–	۵۵/۲۶	–	–
جمع				۳۱۲/۳۸

جدول (۱۵-۱) اطلاعات مربوط به حل مثال (۱۱-۱)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum\left(A_t - F_t\right)^2}{n}} \quad \text{رابطه ی} \quad \sqrt{\frac{۳۱۲/۳۸}{۳}} = \sqrt{۱۰۴/۱۲} = ۱۰/۲$$

$$MSE = \frac{\sum\left(A_t - F_t\right)}{n} = \frac{۳۱۲/۳۸}{۴} = ۷۸/۰۹۵$$

با توجه به اینکه ۹۹/۷% از خطای پیش بینی بین $\pm ۳\sigma$ قرار می گیرد، بنابراین برای نشان دادن تحت کنترل بودن میزان پیش بینی $\pm ۳\sigma$ محاسبه می شود.

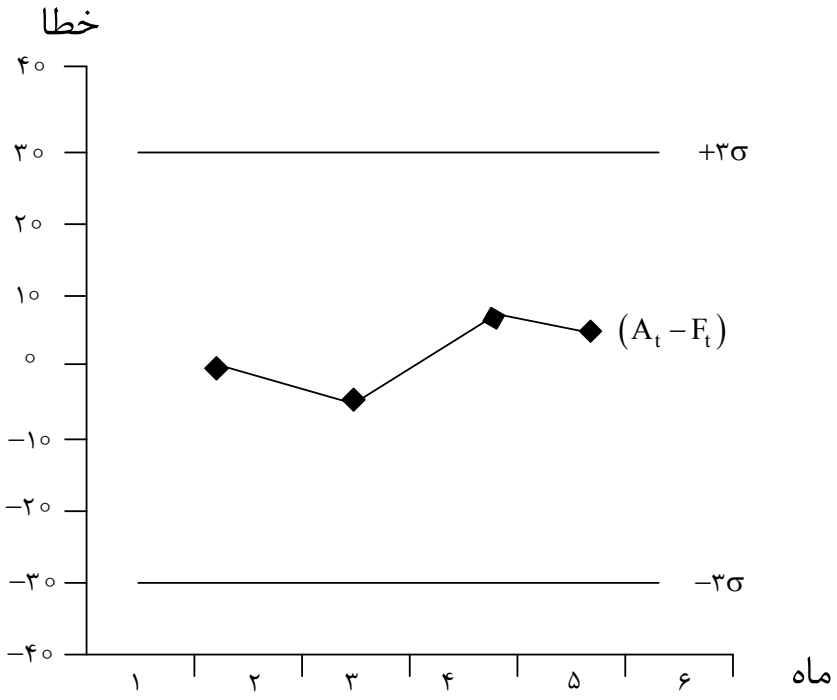
$$\pm ۳\sigma = \pm ۳(۱۰/۲) = \pm ۳۰/۶$$

برای ترسیم نمودار ابتدا حدود کنترل بر روی نمودار تعیین می شود. سپس نمودار بر اساس میزان خطا $(A_t - F_t)$ در هر دوره (ستون چهارم) ترسیم می شود.

$$\pm ۱\sigma = \pm ۱۰/۲$$

$$\pm ۲\sigma = \pm ۲۰/۴$$

$$\pm ۳\sigma = \pm ۳۰/۶$$



شکل (۱۵-۱) نمودار تغییر روندی تقاضا

همانطور که ملاحظه می شود پیش بینی تحت کنترل است.

موارد استفاده از مدل های کمی پیش بینی تقاضا

چنانچه میزان تقاضاهای فصل های گذشته دارای نوسانات فصلی باشد نشان می دهد که تقاضا نیز برای آن کالا فصلی است و غالباً این کاهش و افزایش مربوط به تغییرات جوی است. برای مثال، تقاضا برای وسایل گرم کننده در زمستان افزایش و در تابستان کاهش می یابد، یا تقاضا برای اماکن تفریحی در روزهای آخر هفته و تعطیل افزایش و در دیگر ایام کاهش می یابد. بهترین روش های پیش بینی تقاضا در این حالت، میانگین متحرک، متحرک وزنی، نمو هموار ساده و تعدیل شده است و از روش های حداقل مجذورات، نوسانات فصلی و تجزیه ای هم می توان بهره گرفت.

گاهی تقاضا در یک دوره ی بلندمدت افزایش و سپس کاهش می یابد. برای مثال، دوره ی رکود و رونق اقتصادی یا جنگ و ... را می توان ذکر کرد. در شرایطی که نوسانات تقاضا به صورت دوره ای باشد، بهترین روش پیش بینی، میانگین ساده و خط حداقل مجذورات است و همچنین می توان از روش های نایو، میانگین متحرک و میانگین متحرک وزنی نیز استفاده نمو و از روش های نمو هموار ساده و نمو هموار تعدیل شده و روش تجزیه ای نیز می توان بهره گرفت. غالباً مدل پیش بینی تقاضا در مسایل واقعی، ترکیبی از روش های مختلف پیش بینی است و به ندرت یک حالت به شکل خاص وجود دارد. بنابراین باید طبق الگویی مطاق با شکل (۱۷-۱)به پیش بینی تقاضا پرداخت.

سوالات فصل دوم

۱- اطلاعات مربوط به فروش محصولی به شرح زیر است؟

اختلاف پیش بینی در تقاضای ماه پنجم به دو روش نایو و نمو هموار ساده چقدر است؟

$$\alpha = 0/3$$

ماه	۱	۲	۳	۴
فروش واقعی	۱۰۰	۹۹	۱۰۶	۱۱۰
پیش بینی به روش نمو هموار ساده	۱۰۵	۱۰۳	۱۰۲	۱۰۳

۱) ۴/۹ ۲) ۵ ۳) ۵/۱ ۴) ۷

گزینه ۱ صحیح است.

پیش بینی ماه پنجم به روش نایو برابر با مصرف واقعی ماه چهارم است.

پیش بینی ماه پنجم به روش نمو هموار ساده:

$F_5 = A_4 = ۱۱۰$

$$F_5 = F_4 + \alpha(A_4 - F_4)$$

$F_5 = ۱۰۳ + ۰/۳(۱۱۰ - ۱۰۳) = ۱۰۵/۱$

اختلاف دو روش پیش بینی = ۱۱۰ - ۱۰۵/۱ = ۴/۹

۲- مقدار تقاضای کالایی طی سه ماه ثابت است. در صورتی که پیش بینی تقاضا در ماه اول، دو برابر تقاضای واقعی، در ماه دوم برابر با تقاضای واقعی و در ماه سوم ۲ واحد کمتر از تقاضای واقعی باشد و MAD= ۷ باشد. مقدار واقعی تقاضا چند است؟

۱) ۱۷ ۲) ۱۹ ۳) ۲۱ ۴) ۲۷

گزینه ۲ صحیح است.

ماه	۱	۲	۳
تقاضای واقعی	A	a	A
پیش بینی	۲ a	a	a-۲

$$MAD = \frac{1}{n}\sum |A_t - F_t|$$

$$7 = \frac{1}{3}(|a - 2a| + |a - a| + |a - (a - 2)|)$$

$$7 = \frac{1}{3}(a + 2) \rightarrow a = 19$$

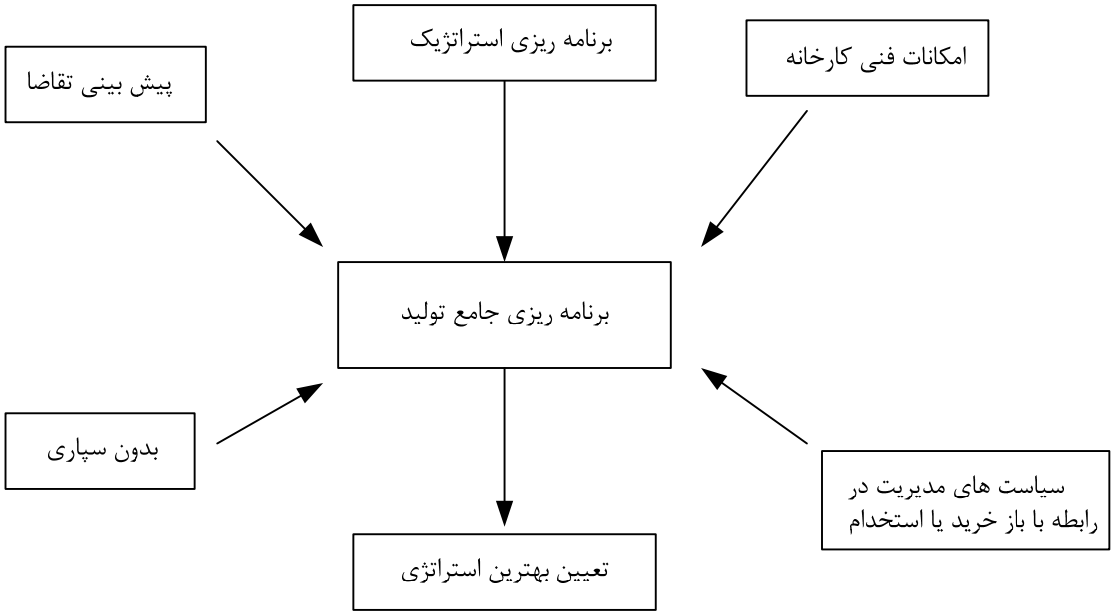
فصل سوم

برنامه ریزی جامع تولید

پس از انجام برنامه ریزی اساسی و بلندمدت سازمان که «برنامه ریزی استراتژیک» نامیده می شود، لازم است برنامه ریزی جامع تولید انجام شود. در برنامه ریزی استراتژیک اهداف بلندمدت سازمان تعیین شده و راه های رسیدن به آن ها تدوین می شوند. سپس اهداف بلندمدت استراتژیک به اهداف میان مدت و کوتاه مدت شکسته می شوند.

- ✓ **نکته**: در برنامه ریزی جامع تولید، استراتژی های مختلف بررسی شده و بهترین استراتژی انتخاب می شود.

۱-۳ فرآیند برنامه ریزی جامع



شکل ۱ -۳ فرآیند برنامه ریزی جامع

✓ **نکته**: پس از بررسی ورودی های برنامه ریزی جامع تولید بهترین استراتژی را تعیین می کنیم.

۳-۲ انواع استراتژی های تولید

۳-۲-۱ استراتژی تولید متغیر

۳-۲-۲ استراتژی تولید ثابت

۳-۲-۳ استراتژی تولید ترکیبی

۳-۲-۱ استراتژی تولید با نیروی کار متغیر

در این استراتژی به میزان تقاضای هر ماه تولید برنامه ریزی شده و نیروی کار مورد نظر محاسبه می شود.

در این استراتژی باید نیروی کار هر ماه را مطابق میزان تولید تغییر داد.

$$\text{تعداد تولید روزانه} = \frac{\text{تقاضای ماه}}{\text{تعدد روزهای کاری}}$$

تعداد متوسطی که فرد می تواند در روز تولید کند × تولید روزانه = تعداد افراد مورد نیاز در ماه

www.sepandarand.com

۲-۲-۳ استراتژی تولید ثابت

۳-۲-۳ استراتژی تولید ترکیبی

مثال: اطلاعات زیر موجود است.

فصل	۱	۲	۳	۴
تقاضا	۸۰/۰۰۰	۱۱۰/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰	۱۱۰/۰۰۰

چه تعداد (n) نیروی انسانی برای فصل ۲ نیاز است؟ (تولید هر نفر در ماه ۱۲۲۳ است)

حل:

$$\text{تعداد نیروی انسانی مورد نیاز در فصل ۲} = \frac{۱۱۰/۰۰۰}{۳\times۱۲۲۳} = ۳۰ \text{ نفر}$$

مثال: با توجه به اطلاعات جدول زیر متوسط تقاضای فصل را بدست آورید.

فصل	۱	۲	۳	۴
	۸۰/۰۰۰	۵۰/۰۰۰	۱۲۰/۰۰۰	۱۵۰/۰۰۰

حل:

$$\text{متوسط تقاضای فصلی} = \frac{۱۵۰/۰۰۰+۵۰/۰۰۰+۱۲۰/۰۰۰+۸۰/۰۰۰}{۴} = ۱۰۰/۰۰۰$$

مثال: با توجه به اطلاعات مسئله ی قبل، در صورت بکارگیری راهبرد تولید ثابت، موجودی کالا در پایان فصل بهار چه اندازه خواهد بود؟

حل:

تولید $= ۱۰۰۰۰۰$ تقاضای فصل $= ۸۰۰۰۰$

موجودی کالا در انتهای $= ۱۰۰۰۰۰ - ۸۰۰۰۰ = ۲۰۰۰۰$

مثال: با توجه به اطلاعات مثال ۲ و با فرض اینکه هزینه ی نگهداری هر واحد در ماه باشد، هزینه ی کل نگهداری چقدر می باشد؟

ie-jozve.blogfa.com

حل:

فصل	تقاضا	تولید	موجودی
①	۸۰/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰	۲۰/۰۰۰
②	۵۰/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰	۷۰/۰۰۰
③	۱۲۰/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰	۵۰/۰۰۰
④	۱۵۰/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰	۰

هزینه کل = هزینه × موجودی ۴ فصل

$$(۲۰۰۰۰+۷۰۰۰۰+۵۰۰۰۰)\times ۰/۵=۷۰۰۰۰$$

مثال: با توجه به اطلاعات مثال ۲ در صورتی که تعداد نیروی انسانی در ابتدا ۱۰۰ نفر باشد و هر نفر در یک فصل ۱۰۰۰واحد را تولید کند، در طول سال چند نفر باید استخدام شوند؟

حل:

نیروی انسانی مورد نیاز در هر $\frac{\text{تعداد تولید هر}}{\text{تولید هر نفر در هر}}$

استخدام لازم نیست ⟵ $\frac{۸۰۰۰۰}{}=۸۰$ نیروی انسانی مورد نیاز در فصل

استخدام لازم نیست ⟵ $\frac{۸۰۰۰۰}{۱۰۰۰}=۸۰$ نیروی انسانی مورد نیاز در فصل

۷۰ نفر استخدام می شوند ⟵ $\frac{۱۲۰۰۰۰}{۱۰۰۰}=۱۲۰\rightarrow ۱۲۰-۵۰=۷۰$ نیروی انسانی مورد نیاز در فصل

۳۰نفر استخدام می شوند ⟵ $\frac{۱۵۰۰۰۰}{۱۰۰۰}=۱۵۰\rightarrow ۱۵۰-۱۲۰=۳۰$ نیروی انسانی مورد نیاز در فصل

جمع استخدام های مورد نیاز $۷۰+۳۰=۱۰۰$

۳-۳ طبقه بندی روش های برنامه ریزی تجمیعی (جامع)

روش های برنامه ریزی جامع تولید	روابط هزینه ها	
	خطی	غیر خطی
عدم ایجاد طرح بهینه	الف) آزمایش و خطا استفاده از جدول استفاده از گراف	ج) مدل های ابتکاری و مدل های جستجوی کامپیوتری (SDR)
ایجاد طرح بهینه	ب)برنامه ریزی خطی روش حمل و نقل	د) قانون تصمیم گیری خطی (LDR) برنامه ریزی پویا

✓ **نکته**: توجه به جایگاه این روش ها در جدول و خطی یا غیرخطی بودن آن ها در کنکور سراسری از اهمیت خاصی برخوردار است.

جدول (۱۳-۹) صفحه ۲۴۱ ج

سوالات فصل سوم

۱- در استراتژی تولید ثابت در برنامه ریزی تجمیعی، کدام گزینه صحیح است؟

۱) حداقل کردن موجودی انبار ۲) حداقل کردن نوسانات تولید

۳) حداقل کردن تعداد کارکنان ۴) دنبال کردن تقاضای ماهانه

گزینه ۲ صحیح است.

در استراتژی تولید ثابت ماهانه در برنامه ریزی تجمیعی به دنبال حداقل کردن نوسانات تولید در ماه های مختلف و در نتیجه حداقل کردن هزینه های استخدام و اخراج هستیم.

فصل چهارم

تجزیه و تحلیل نقطه ی سر به سر (BEP)

یکی از تکنیک های ارزیابی راهکارهای مختلف تولیدی از دیدگاه اقتصادی، تجزیه و تحلیل نقطه ی سر به سر است که رابط بین هزینه و درآمد و میزان تولید را مشخص می کند.

✓ **نکته**: هدف از تجزیه و تحلیل نقطه ی سر به سر، برآورد درآمد سازمان تحت شرایط مختلف عملیاتی است.

برای انجام تجزیه و تحلیل نقطه ی سر به سر نیاز است ابتدا هزینه های تولید را مشخص کنیم.

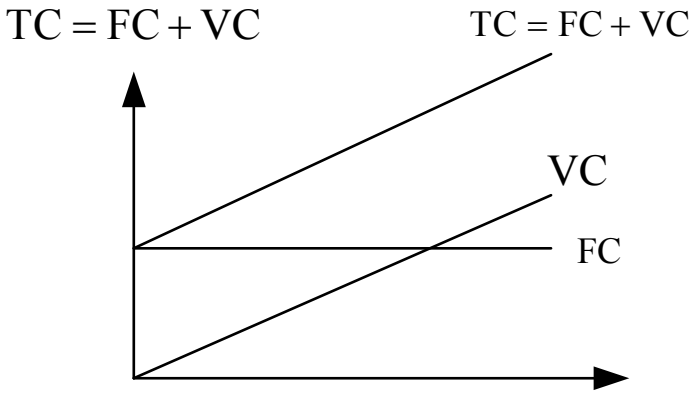
۴-۱ انواع هزینه های تولید

الف) هزینه های ثابت: هزینه هایی که هیچ گونه ارتباطی با میزان تولید ندارند. (FC)

ب) هزینه های متغیر: هزینه هایی که میزان نوسان آن ها رابطه ی مستقیمی با میزان نوسان تولید دارد. (VC)

(تعداد تولید × هزینه متغیر هر واحد) + هزینه ثابت = هزینه کل تولید

$$TC = FC + VC$$

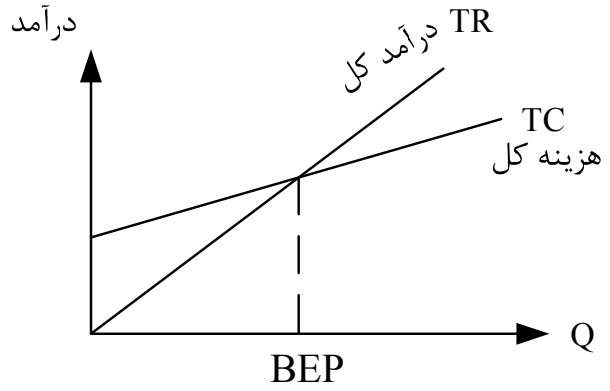


شکل ۴-۱ منحنی هزینه ثابت و هزینه متغیرو هزینه ی کل

همچنین درآمد کل برابر است با:

www.sepandarand.com

$TR = R \times Q$ مقدار × قیمت هر محصول = درآمد کل



نقطه ای که درآمد کل، هزینه ی کل را قطع می کند «نقطه ی سر به سر» BEP گویند.

یا (TC) هزینه کل − (TR) درآمد کل = سود (زیان)

[(Q × قیمت هر واحد) + هزینه ثابت] − (Q × قیمت هر واحد) = سود (زیان)

؟

مثال: هزینه ی ثابت تولید یک محصول خاص در یک سال ۸۰۰۰۰۰۰ ریال است. هزینه ی تغییر هر واحد تولید ۲۰۰ ریال و قیمت فروش ۴۰۰ ریال است. مطلوبست:

الف) تعیین نقطه سر به سر

ب) چنانچه تولید کننده بخواهد سودی به میزان ۴۰۰۰۰۰۰ ریال در سال داشته باشد باید چه میزان تولید نماید؟

ج) مدیریت در سطح فروش و تولید ۵۰۰۰۰ واحد محصول چه میزان سود و زیانی متحمل می شود.

حل:

ie-jozve.blogfa.com

www.sepandarand.com

$FC = ۸/□□□/□□□$ ریال

$VC = ۲□□$ ریال

$R = ۴□□$ ریال

$$Q_{BEP} = \frac{FC}{R - VC} = \frac{۸/□□□/□□□}{۴□□ - ۲□□} = ۴□/□□□$$ در سال

ب) $SP = ۴/□□□/□□□$ سود مورد انتظار تولید کننده

$$SP + FC = ۴/□□□/□□□ + ۸/□□□/□□□ = ۱۲/□□□/□□□$$

$$\frac{SP + FC}{R - VC} = \frac{۱۲/□□□/□□□}{۴□□ - ۲□□} = ۶□/□□□$$

میزان حجم تولید برای سود مورد نظر

P سود یا ضرر $= R \times Q - [FC + (VC \times Q)]$

$$P = ۴□□(۵□/□□□) - [۸/□□□/□□□ + (۲□□ \times ۵□/□□□)] = ۲/□□□/□□□$$

سود در سطح ۵ □/□□□ واحد تولید

۴-۲ محاسبه نقطه سر به سر برای چند محصول

گاهی سازمان چند محصول خود را با هم و به صورت یک سبد به فروش می رساند.

$$Q_{BEP} = \frac{FC}{CMU}$$ تعداد در نقطه سر به سر $= \frac{\text{هزینه ثابت}}{\text{میانگین وزنی حاشیه فروش سبد محصولات}}$

$$S_{BEP} = \frac{FC}{CMR}$$ نقطه سر به سر(ریال) $= \frac{\text{هزینه ثابت}}{\text{میانگین وزنی حاشیه فروش سبد محصولات}}$

$$\overline{CMU} = \sum \frac{\text{(هزینه ثابت – قیمت محصول)} \times \text{ ترکیب در سبد محصول}}{\text{مجموع ترکیب در سبد محصول}}$$

$$\overline{CMR} = \frac{\sum (\frac{\text{هزینه متغیر – قیمت محصول}}{\text{قیمت محصول}}) \times \text{ ترکیب در سبد هر محصول}}{\text{مجموع ترکیب در سبد}}$$

سوالات فصل چهارم

ie-jozve.blogfa.com

۱- با توجه به اطلاعات زیر، برای تأمین تقاضای ۱۵۰۰ الی ۲۰۰۰ واحد، کدام فرایند تولید انتخاب می شود؟

فرایند	هزینه ثابت	هزینه متغیر
A	۱۸۰۰۰	۱۰
B	۲۴۰۰۰	۶
C	۲۸۰۰۰	۴

۱) A ۲) B ۳) C ۴) B و C بی تفاوت هستند.

گزینه ۲ صحیح است.

$$TC_A = TC_B \Rightarrow 18000 + 10x = 24000 + 6x \rightarrow x = 1500$$

برای تولید کمتر از ۱۵۰۰ واحد فرایند با هزینه ثابت کمتر(A) انتخاب می شود و برای بیشتر از ۱۵۰۰ واحد فرایند با هزینه ثابت بیشتر و هزینه متغیر کمتر(B).

$$TC_B = TC_C \Rightarrow 24000 + 6x = 28000 + 4x \rightarrow x = 2000$$

برای تولید بیش از ۲۰۰۰ واحد فرایند C انتخاب و برای تولید کمتر از ۲۰۰۰ واحد فرایند B انتخاب می شود.

۲- شرکتی برای تولید ۵۰۰ واحد از محصولی هزینه کلی معادل ۲۵۰۰ واحد و برای تولید ۴۰۰ واحد از همان محصول هزینه کلی معادل ۲۱۰۰ واحد دارد. نقطهٔ سر به سر را محاسبه کنید.(قیمت فروش ۲۰ ریال است).

۱) ۳۵ ۲) ۲۵ ۳) ۳۸/۲۵ ۴) ۳۱/۲۵

گزینه ۴ صحیح است.

$$V = \frac{2500 - 2100}{500 - 400} = 4$$

هزینه کل متغیر در سطح ۴۰۰ واحد تولید برابر است با: ۴۰۰ ×۴ =۱۶۰۰

TC =۲۱۰۰ $\Rightarrow$ F = ۲۱۰۰ -۱۶۰۰ =۵۰۰

$$Q = \frac{F}{P - V} \qquad Q = \frac{500}{20 - 4} = 31/25$$

۳- قیمت فروش محصولات شرکتی ۲ ریال است شرکت ۲۰۰۰ ریال سالانه ۶۰۰۰ واحد از این محصول می فروشد. اگر هزینه متغیر کل ۹۰۰۰ ریال باشد،و در سال آینده هزینه ثابت شرکت ۵۰ درصد افزایش یابد، قیمت فروش جدید چقدر باید باشد تا سود سال بعد تغییر نکند؟

۱) ۳ ۲) ۲/۱۶ ۳) ۲/۶۶ ۴) ۳/۶۶

گزینه ۲ صحیح است.

$$V = \frac{9000}{6000} = 1/5$$

Profit = P.V – TC =۲ × ۶۰۰۰ –(۲۰۰۰+۹۰۰۰) =۱۰۰۰

F سال جدید =۲۰۰۰(۱+ ۰/۵) =۳۰۰۰

$$Q = \frac{F + \Pr ofit}{P - V} \to 6000 = \frac{3000 + 1000}{P - 1/5} \to P - 1/5 = \frac{4000}{6000}$$

P =۲/۱۶

فصل پنجم

مکان یابی

تصمیم گیری در مورد مکان استقرار موسسه تولیدی یا خدماتی، یکی از اساسی ترین تصمیمات سازمان ها به شمار می رود که می تواند در جهت گیری های استراتژیک سازمان نقشی اساسی ایفا نماید و سودآوری سازمان را در بلند مدت تحت تأثر قرار دهد.

۱-۵ عوامل مؤثر در تعیین محل کارخانه

۱- داده: که همان ورودی های سیستم است که مهترین آن ها عبارتند از:

- مواد اولیه

- نیروی کار

- هزینه ی حمل و نقل مواد

- سطح دستمزد و مهارت کارکنان

- تأمین انرژی و سوخت

۲- مشخصات سیستم عملیاتی: که شامل موارد زیر می باشد:

- تکنولوژی مورد استفاده

- قوانین موجود بر محیط زیست

۳- ستاده: همان خروجی های سیستم می باشند که عبارتند از:

- مشخصات محصول تولیدی (حجم، وزن و ...)

- نزدیکی بازار فروش به کارخانه

۴- محیط: که شامل قوانین حقوقی و مالیاتی، بازار، رقبا و ... است.

۲-۵ عوامل مؤثر بر تعیین محل سیستم عملیاتی

۱-۲-۵ عوامل مربوط به بازار کار که عبارتند از:

۱- متمرکز یا غیرمتمرکز بودن تقاضا (مشتریان)

۲- نزدیک بودن به رقبا

۳- عرضه کنندگان مواد اولیه

۴- تمرکز نیروی کار و میزان دسترسی به نیروی کار ماهر و غیر ماهر

۲-۲-۵ عوامل مربوط به هزینه های مشهود (عینی)

۱- هزینه های حمل و نقل

- ✓ **نکته**: اگر مواد اولیه سازمان حجیم باشند لازم است محل سازمان در مجاور تأمین کنندگان مواد اولیه قرار داده شود.
- ✓ **نکته**: حجم کالای دریافتی و یا تولیدی تأثیر زیادی در انتخاب محل مناسب کارخانه دارد.

۲- هزینه ی استخدام و بکارگیری نیروی انسانی، سطح مهارت و تخصص مورد نیاز

۳- هزینه ی انرژی و آب و سوخت مورد نیاز و میزان دسترسی به آن ها

۴- هزینه احداث ساختمان

۵- قوانین مالیاتی و حقوقی

۳-۲-۵ عوامل غیرمشهود

۱—مقررات قانونی

۲- عوامل محیطی یا آب و هوایی و موجود بودن مراکز دفع ضایعات

۳- در نظر گرفتن مسایل جامعه

- ✓ **نکته**: عوامل غیرمشهود گزینه های انتخاب مکان مناسب را محدود می کنند.

۳- ۵ روش های کمی مکان یابی

۵-۳-۱ روش نیروی جاذبه (Center of Gravity Model)

در این روش، محل مرکز توزیع را به نحوی تعیین می کنند تا هزینه های توزیع به حداقل خود برسند. در این روش هزینه ی توزیع به صورت تابع خطی از فاصله و تعداد حمل شده در نظر گرفته می شود.

این روش با در نظر گرفتن مسافت و وزن محموله هایی که باید به نقاط مورد نظر برسند نقطه ی مرکزی مناسب را پیدا می کنند. به این صورت که ابتدا مختصات نقاط مورد نظر که باید حمل و نقل به آن ها انجام شود را مشخص نموده و وزن محموله هایی که قرار است به هر نقطه حمل شود نیز باید مشخص شود. آنگاه از طریق رابطه ی زیر نقطه ی مرکزی حمل و نقل بین نقاط مورد محاسبه قرار می گیرد.

$$X = \frac{\sum x_i w_i}{\sum w_i} \qquad Y = \frac{\sum y_i w_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i}$$

(x_i, y_i) = مختصات نقاطی که حمل و نقل به آن ها باید انجام شود.

w_i = کل وزن محموله هایی که در یک سال به هر نقطه حمل می شود.

(X, Y) = مختصات نقطه مرکزی حمل و نقل

مثال: شرکت رستوران های زنجیره ای محیار، مواد اولیه مورد نیاز رستوران ها را از چهار تأمین کننده خریداری می کند. شرکت می خواهد یک مرکز توزیع برای آماده سازه و و بسته بندی مواد اولیه قبل از حمل به رستوران ها را بسازد. محل هریک از تأمین کنندگان و تعداد بار تریلی ها در جدول زیر نشان داده شده است. محل مرکز توزیع را محاسبه کنید.

مختصات رستوران	x_i	y_i	w_i
A	۲۰۰	۲۰۰	۷۵
B	۱۰۰	۵۰۰	۱۰۵
C	۲۵۰	۶۰۰	۱۳۵
D	۵۰۰	۳۰۰	۶۰

حل:

$$X = \frac{\sum_{i=A}^{D} x_i w_i}{\sum_{i=A}^{D} w_i} = \frac{(۲۰۰)(۷۵) + (۱۰۰)(۱۰۵) + (۲۵۰)(۱۳۵) + (۵۰۰)(۶۰)}{۷۵ + ۱۰۵ + ۱۳۵ + ۶۰} = ۲۳۸$$

$$Y = \frac{\sum_{i=A}^{D} y_i w_i}{\sum_{i=A}^{D} w_i} = \frac{(۲۰۰)(۷۵) + (۵۰۰)(۱۰۵) + (۶۰۰)(۱۳۵) + (۳۰۰)(۶۰)}{۷۵ + ۱۰۵ + ۱۳۵ + ۶۰} = ۴۴۴$$

نقطه ی مرکزی $= (۲۳۸, ۴۴۴)$

۲-۳- ۵ روش وزن دهی به عوامل جایابی

در این روش با توجه به وزن دهی به عوامل مورد نظر، مکان های پیشنهاد شده مقایسه شده و بر اساس امتیازات محاسبه شده، بیشترین بیشترین امتیاز به عنوان مکان مطلوب در نظر گرفته می شود.

مثال: سه مکان جدید برای تأسیس یک کارخانه لاستیک سازی پیشنهاد شده است. با توجه به وزن و اولویت های داده شده به هر یک از عوامل در تعیین مکان جدید کارخانه و امتیاز عواملی که هر یک از مکان های پیشنهادی دارا می باشند، به تعیین مکان جدید بپردازید.

www.sepandarand.com

عوامل جایابی	امتیازات			وزن
	مکان ۳	مکان ۲	مکان ۱	
نرخ دستمزد	۸۰	۱۵	۹۸	۳۰%
قوانین مالیاتی	۲۰	۳۰	۳۰	۴۰%
نزدیکی به مشتریان	۱۰	۵۰	۱۰	۲۰%
شرایط آب و هوایی	۹۰	۴۵	۲۰	۱۰%

حل:

مکان۱ $= ۸۰(۰/۳) + ۲۰(۰/۴) + ۱۰(۰/۲) + ۹۰(۰/۱)$

مکان۲ $= ۱۵(۰/۳) + ۳۰(۰/۴) + ۵۰(۰/۲) + ۴۵(۰/۱)$

مکان۳ $= ۹۸(۰/۳) + ۳۰(۰/۴) + ۱۰(۰/۲) + ۲۰(۰/۱)$

جمع امتیازات:

مکان۱ = ۴۳

مکان۲ = ۳۱

مکان۳=۴۵/۴ ✓

۳-۳- ۵ روش حرکت – مسافت

هدف این روش حداقل نمودن هزینه ی کل حمل و نقل است.

هزینه ی کل حرکت مسافت از رابطه ی زیر بدست می آید:

ie-jozve.blogfa.com

$$LD = \sum_{i=1}^{n} l_i d_i$$

LD: مجموع کل حرکت، l_i:تعداد واحد محصول، سفر یا رفت و آمد از مکان i تا مکان پیشنهاد شده، d_i: مسافت بین مکان i تا مکان پیشنهاد شده

✓ **نکته**: از فرمول $d_i = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2}$ برای محاسبه ی d_i می توان استفاده نمود.

مثال: شرکت محیار قصد دارد ۳ مکان را برای مرکز توزیعش نسبت به چهار تأمین کننده که مختصات آن ها در زیر ارائه شده ارزیابی کند. مختصات هر یک از مکان ها به صورت زیر است:

مکان۱ $x_i = ۳۶۰$ $y_۱ = ۱۸۰$

مکان۲ $x_۲ = ۴۲۰$ $y_i = ۴۵۰$

مکان۳ $x_۳ = ۲۵۰$ $y_۳ = ۴۰۰$

	A	B	C	D
X	۲۰۰	۱۰۰	۲۵۰	۵۰۰
Y	۲۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۳۰۰
W	۷۵	۱۰۵	۱۳۵	۶۰

فاصله ی بین سایت های پیشنهاد شده (۱ و ۲ و ۳) و تسهیلات موجود A و B و C و D با استفاده از فرمول خط مستقیم بر d_i به صورت زیر است:

مکان۱ $d_A = \sqrt{(x_A - x_۱)^2 + (y_A - y_۱)^2} = \sqrt{(۲۰۰ - ۳۶۰۰)^2 + (۲۰۰ - ۱۸۵)^2} = ۱۶۱/۲$

مکان ۳

$d_A = ۲۰۶/۲$

$d_B = ۱۸۰/۳$

$d_C = ۲۰۰$

$d_D = ۲۶۹/۳$

مکان ۲

$d_A = ۳۳۳$

$d_B = ۳۲۳$

$d_C = ۲۲۶/۷$

$d_D = ۱۷۰$

$d_B = ۴۱۲/۳$

$d_C = ۴۳۴/۲$

$d_D = ۱۸۴/۴$

مکان ۱ $LD = \sum_{A}^{D} l_i d_i = (۷۵)(۱۶۱/۲) + (۱۰۵)(۴۱۲/۳) + (۱۳۵)(۴۳۴/۲) + (۶۰)(۱۸۴/۴) = ۱۲۵/۰۶۳$

مکان ۲ $LD = ۹۹/۷۸۹$

مکان ۳ $LD = ۷۷/۵۵۵$

مکان ۳ کمترین هزینه را دارد.

۴-۳- ۵ روش مدل میانه

هدف این مدل نیز حداقل نمودن هزینه های حمل و نقل است.

در مدل میانه، میزان کالا و مواد در فواصل طی شده به طور افقی و عمودی نسبت به موقعیت مکانی سیستم عملیاتی مورد نظر اندازه گیری نحوه ی محاسبه هزینه ی کل حمل و نقل به شرح رابطه ی زیر است:

$$TC = \sum C_i L_i \left\| x - x_i \right| + \left| y - y_i \right\|$$

TC: هزینه ی حمل یک واحد کالا که در واحد زمانی مشخص (روزانه) حمل می گردد، $C_i L_i$: میزان باری که در واحد زمانی مشخص (روزانه) حمل می شود، (x_i, y_i): مختصات مکان i، (x,y): مختصات مکان بدست آمده از روش میانه

مثال: با توجه به اطلاعات جدول زیر و با استفاده از روش میانه مختصات محل جدید را به دست آورید.

مکان ها	X	Y	میزان بار
A	۲	۵	۱۰۰
B	۳	۶	۲۰۰
C	۴	۷	۱۵۰
D	۵	۸	۲۵۰

Y به ترتیب کوچک به بزرگ	میزان بار	میزان بار تجمعی
۵	۱۰۰	۱۰۰
۶	۱۵۰	۲۵۰
۷	۲۰۰	۴۵۰ > ۳۵۰
۸	۲۵۰	۷۰۰

$Y = ۷$

X به ترتیب کوچک به بزرگ	میزان بار	میزان بار تجمعی
۲	۱۰۰	۱۰۰
۲	۲۰۰	۳۰۰
۴	۱۵۰	۴۵۰ > ۳۵۰
۵	۲۵۰	۷۰۰

$X = ۴$

مثال: با توجه به اطلاعات مثال قبل با روش نیروی جاذبه کدام محل انتخاب می شود؟

$$X = \frac{\sum w_i x_i}{\sum w_i} = \frac{(۲۵۰ \times ۵) + (۱۵۰ \times ۴) + (۲۰۰ \times ۳) + (۱۰۰ \times ۲)}{۷۰۰} = ۳/۷$$

$$Y = \frac{\sum w_i y_i}{\sum w_i} = \frac{(۲۵۰ \times ۸) + (۱۵۰ \times ۶) + (۲۰۰ \times ۷) + (۱۰۰ \times ۵)}{۷۰۰} = ۶/۸$$

فصل ششم

کارسنجی زمان سنجی

تبدیل ورودی ها مانند مواد اولیه، نیروی انسانی و... به محصولات و خدمات مطلوب یکی از اساسی ترین وظایف در طراحی یک سیستم تولیدی است.

در این تبدیل می تواند فقط انسان یا ماشین یا ترکیبی از آن ها مورد استفاده قرار گیرد.

۶-۱ کارسنجی

کارسنجی تعیین می کند که چه مدت طول می کشد تا یک کار انجام شود.

زمان استاندارد، زمان مورد نیاز برای یک کارگر متوسط برای انجام کاری تحت شرایط و مقتضیات طبیعی می باشد.

۶-۱-۱ اهداف مطالعه ی کار

۱-استفاده مؤثر از تجهیزات اولیه

۲- استفاده مؤثر از نیروی انسانی

۳- تحصیل عملکرد مطلوب مجموعه ی تجهیزات، مواد اولیه و نیروی انسانی

مطالعه ی کار تکنیک های مطالعه ی روش و زمان سنجی را در بر می گیرد.

- ✓ **نکته**: مطالعه روش به منشور یافتن حجم واقعی فعالیت مورد نیاز برای انجام عملیات از طریق بررسی دقیق روش موجود و تدوین روش های ساده تر و مؤثرتر انجام می شود و زمان سنجی برای تشخیص و کاهش زمان های غیرمؤثر، و سپس تعیین زمان استاندارد برای عملیات، مطابق روش مشخص صورت می پذیرد.
- ✓ **نکته**: یکی از روش های طراحی شغل، روش کارسنجی و زمان سنجی است.

۶-۲ مراحل کارسنجی و زمان سنجی

۶-۲-۱ مراحل کارسنجی

۱- انتخاب فعالیت جهت مطالعه

۲- مستندسازی فعالیت انتخاب شده

۳- بررسی منتقدانه واقعیات مستند شده و ایجاد بهبود تا رسیدن به فعالیت بهینه

۴- مستندسازی فعالیت بهینه

۲-۲-۶ مراحل زمان سنجی

۱- انتخاب کارگران مربوطه و آموزش نحوه انجام فعالیت بهینه به آن ها

۲- تقسیم نمودن فعالیت های بهینه به اجزا و زمان سنجی هر جز

۳- یافتن زمان استاندارد و زمان نرمال انجام هر جز و محاسبه ی زمان استاندارد و نرمال کل فعالیت

۴- حفظ و نگهداری فعالیت بهینه ی ایجاد شده

✓ **نکته**: پس از آموزش افراد و پیاده سازی فعالیت به روش جدید نباید مطالعه فرآیند را رها نمود.

۳-۶ روش های کارسنجی

الف) نمودار فرآیند عملیات (Operation Process Chart)

این نمودار فرآیند، تولید یک محصول یا ارائه ی خدمتی را نشان می دهد. به عبارت دیگر یک تصویر کلی از مراحل یک فرآیند حاصل می نماید.

ب) نمودار جریان فرآیند

یک نمودار جریان فرآیند برای نشان دادن اینکه چگونه مراحل یک کار یا مجموعه ای از کارها با یکدیگر ترکیب می شوند تا جریان کلی فرآیند تولید ایجاد شود مورد استفاده قرار می گیرد.

علایم به کار رفته عبارتند از:

عملیات:

فعالیتی که به طور مستقیم بر روی محصول انجام می شود یا در ارائه خدمت اجرا می شود.

حمل و نقل:

جابجایی محصول یا خدمت از یک محل به محل دیگر

بازرسی:

کنترل محصول یا خدمت

تأخیر:

منتظر ماندن محصول یا خدمات

ذخیره (انبار):

انبار کردن محصول یا خدمت

ج) نمودار سیمو یا دست راست و چپ

این نمودار برای مستندسازی فعالیت هایی که اپراتور انجام می دهد تهیه شده است و بر اساس علائم تریبلینگ (Thribling) فعالیت های دست راست و چپ را نشان می دهد.

د) نمودار انسان – ماشین

این نمودار فعالیت همزمان انسان و ماشین را نشان می دهد و مشخص می کند چه زمانی هر دو با هم کار می کنند.

۶-۴ روش های زمان سنجی

الف) زمان سنجی به وسیله کرنومتر

برای زمان سنجی به وسیله کرنومتر، فعالیت ها باید به عناصر کاری تفکیک شود. یعنی فعالیت ها به چند جز قابل تفکیک از یکدیگر تقسیم می شوند. سپس به کمک کرنومتر هر یک از عناصر کاری به تعدادی زمان سنجی می شوند (تعداد پایه). سپس میانگین و انحراف معیار مشاهدات از روابط زیر به دست می آید:

$$\text{انحراف معیار } S_t=\sqrt{\frac{\sum(t_i-\overline{t})^2}{n-1}} \qquad \text{میانگین } \overline{t}=\frac{\sum^{n} t}{n}$$

n: مشاهدات پایه

t_i: مشاهدات پایه i

پس از محاسبه میانگین تعیین میزان رابطه ی میانگین با واقعیت می باشد. یعنی تعداد مشاهدات را تعیین می کنیم.

$$N=\left(\frac{ZS_t}{e\overline{t}}\right)^2$$

e: درجه ی صحت، z: سطح اطمینان در جدول ضمیمه (توزیع نرمال) و N: تعداد مشاهدات لازم

پس از محاسبه ی N در صورتی که اختلاف چشمگیری بین N و n وجود نداشته باشد، لازم نیست زمان سنجی بیشتری انجام گیرد. در غیر این صورت باید به تعدادی که n و N کمتر است زمان سنجی صورت گیرد.

پس از برابری n و N ضریب عملکرد (Rating Factor) را به دست می آوریم.

$$\text{ضریب عملکرد } RF=\frac{\text{بازده واقعی کار} \times ۱۰۰}{\text{بازده مورد انتظار}}$$

پس از محاسبه ی ضریب عملکرد، زمان نرمال انجام عنصر کاری محاسبه می شود.

$nt = \bar{t} \times Rf$ زمان نرمال

- ✓ **نکته**: زمان نرمال زمانی است که به طور طبیعی، فرد عنصر کاری را انجام می دهد.

سپس زمان نرمال کل (NT) از حاصل جمع زمان های نرمال عناصر کاری به دست می آید.

$NT = \sum nt$ زمان نرمال کل

- ✓ **نکته**: از آنجایی که معمولاً درصدی از زمان کاری صرف فعالیت های غیرکاری می شود بنابراین باید زمان بیشتری به کل فعالیت تخصیص داده شود. (تأخیرهای مجاز)

نکته: با افزودن تأخیرهای مجاز به زمان نرمال کل زمان استاندارد به دست می آید.

$ST = NT(۱+AF)$ زمان استاندارد کل فعالیت

AF: تأخیرهای مجاز، NT: زمان نرمال کل، ST، زمان استاندارد

مثال: با توجه به اطلاعات جدول زیر در ۴مورد مشاهده با در نظر گرفتن و تأخیرات مجاز ۲دقیقه، زمان استاندارد چند دقیقه است؟

زمان سنجی	۱	۲	۳	۴
زمان مشاهده	۱۲	۱۱	۱۳	۱۴

حل:

$$\bar{t} = \frac{۱۲+۱۱+۱۳+۱۴}{۴} = ۱۲/۵$$

$$NT = ۱۲/۵ \times ۰/۸ = ۱۰$$

$$ST = NT(۱+AF) = ۱۰+۲-۱۲$$

مثال: اگر نسبت بیکاری ۰/۲۵ ، صحت مطلوب ۰/۳ ، و سطح اطمینان مورد نظر ۰/۹۵/۴۵ باشد، تعداد مشاهدات لازم جهت یک زمان سنجی چقدر خواهد بود؟

حل:

$$N = \frac{Z^۲ p(۱-p)}{d^۲} = \frac{۲^۲ \times ۰/۲۵ \times ۰/۷۵}{۰/۰۳^۲} = \frac{۰/۷۵}{۰/۰۰۰۹} = ۸۳۳$$

مثال: اگر تعداد تولید یک کارگاه ۱۰ واحد در ۱۸۰ دقیقه باشد، ضریب عملکرد وی ۱۲۰%، نسبت کاری ۸۵%، و زمان استاندارد برای تولید هر واحد ۲۰ دقیقه باشد، مقدار اضافات مجاز چند دقیقه خواهد بود؟

حل:

$$NT = \frac{\text{(ضریب عملکرد)} \times \text{(درصد زمان کاری)} \times \text{(کل زمان مورد مطاله)}}{\text{تعداد واحدهای تولید شده}}$$

$$NT = \frac{۱۸۰ \times ۸۵\% \times ۱۲۰\%}{۱۰} = ۱۸/۳۶$$

$$ST = ۲۰ \qquad \Rightarrow ۲۰ - ۱۸/۳۶ = ۱/۶۴AF$$

مثال: اگر تعداد تولید روزانه ی یک کارگاه، ۴۰۰ واحد، زمان تولید استاندارد تولید هر محصول ۲/۸ دقیقه باشد، شیفت کاری ۸ ساعت و کارایی ۸۰ درصد باشد، تعداد نیروی انسانی لازم چقدر است؟

حل:

نکته: تعداد نیروی انسانی لازم را می توان از رابطه ی زیر به دست آورد.

$$\text{تعداد نیروی انسانی مورد نیاز} = \frac{\text{زمان استاندارد تولید هر واحد} \times \text{تعداد تولید روزانه}}{\text{زمان در دسترس در یک شیفت کاری}} \times \frac{۱}{\text{کارایی}}$$

$$= \frac{۴۰۰ \times ۲/۸}{۸ \times ۶۰} \times \frac{۱}{۰/۸} = ۲/۹۲ \square \text{ نفر } ۳$$

ب) روش نمونه گیری از کار

در این روش پس از طراحی کار بهبود یافته به افراد آموزش داده می شود که به اجرای کار بهبود یافته بپردازند. کار به چند جز تقسیم می شود و با برنامه ریزی نمونه گیری تصادفی برای هر جز تعدادی نمونه اخذ می شود. پس از نمونه گیری تعداد مشاهدات فعال را مشخص می کنیم.

$$P_i = \frac{\text{تعداد مشاهدات فعال}}{\text{تعداد نمونه}}$$

سپس تعداد مشاهدات لازم برای رسیدن به P_i واقعی محاسبه می شود.

$$N = \left(\frac{Z_{cl}}{e}\right)^۲ P_i(۱ - P_i)$$

e: درجه ی صحت، Z_{cl}: عدد مربوط به سطح اطمینان در جدول توزیع نرمال استاندارد.

اگر n با N اختلاف قابل مشاهده ای داشته باشد، باید به نمونه گیری ادامه دهیم.

مثال: برای زمان سنجی فعالیت ۵۰ مشاهده انجام داده ایم که به ترتیب $x_1 = 3$، $x_2 = 4$، $x_3 = 4$، $x_4 = 4$ و $x_5 = 5$ بوده است. مشاهدات لازم برای سطح اطمینان ۹۵درصد و دقت $\pm 5\%$ چه تعداد می باشد؟

حل:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n\sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2}}{\sum x_i} \right)^2$$

$$\sum x_i = 3 + 4 + 4 + 5 + = 20$$

$$\sum x_i^2 = 9 + 16 + 16 + 25 = 82$$

$$n = \left(\frac{40\sqrt{(5 \times 82) - (20)^2}}{20} \right) = 40$$

ج) زمان سنجی با استفاده از اطلاعات استاندارد

در این روش پس از طراحی فعالیت بهبود یافته، فعالیت به خردترین اجزا خود تقسیم می شود و زمان استاندارد هر جز به کمک جداول از پیش تعیین شده، تعیین می شود.

- ✓ **نکته**: واحد زمانی در این جداول TMU می باشد و $1TMU = 0/0006$ است.
- ✓ **نکته**: MTM و BMT دو مورد از جداول طراحی شده برای مطالعه ی کار هستند.

سوالات فصل ششم

۱- کدام یک از نمودارهای زیر مراحل انجام فرایند تولید یک محصول است و می توان با کمک آن مراحل انجام فرایند تولید را درک نمود؟

۱) نمودار کنترل فرایند ۲) نمودار ارتباط فرایند ۳) نمودار فراگرد عملیات ۴) نمودار جریان فرایند

گزینه ۴ صحیح است.

نمودار جریان فرایند نمایانگر مراحل انجام فرایند تولید یک محصول است. بنابراین با مشاهده آن می توان مراحل انجام فرایند تولید را درک نمود.

۲- در فرایند زمان سنجی اطلاعات زیر به دست آمده است. تعداد نمونه باید چند باشد؟

$\bar{t} = 10$ دقیقه و S_t =۲/۵ و دقیقه $z_{\frac{\alpha}{2}} = 2$ و e =۰/۰۵

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۰۰

گزینه ۱ صحیح است.

$$N = (\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}.S_t}{e.\bar{t}})^2 = (\frac{2\times 2/5}{0/05\times 10})^2 = 100$$

۳- با توجه به جدول زیر و ضریب عملکرد ۰/۸ و اضافات مجاز ۲۵ درصد زمان استاندارد چند دقیقه است؟

زمان سنجی	۱	۲	۳	۴	۵
زمان مشاهده (دقیقه)	۵/۵	۵	۴/۵	۵/۵	۴/۵

۱) ۴/۵ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۵/۲

گزینه ۳ صحیح است.

$$\overline{OT} = \frac{5/5+5+4/5+5/5+4/5}{5} = 5$$

$$NT = \overline{OT}.R = 5\times 0/8 = 4$$

ST=NT(1+A)=۴(۱+۰/۲۵) =۵

فصل هفتم

نحوه استقرار ماشین آلات و تجهیزات و دفاتر (لی اوت)

منظور از لی اوت یا چیدمان، نحوه ی کتار هم قرار گرفتن ماشین آلات و ایستگاه های کاری، دفاتر و بخش های مختلف تولیدی و خدماتی در سازمان هاست.

۷-۱ ویژگی های یک لی اوت کارا:

۱- هزینه های جابجایی را حداقل می کند.

۲- فضای مکورد نیاز را حداقل می کند.

۳- از نیروی انسانی به نحو کارا استفاده می کند.

۴- گلوگاه را مرتفع می سازد.

۵- تعامل بین کارگران و سرپرستان را تسهیل می کند.

۶- حرکات زاید و غیر ضروری را حداقل می کند.

۷- اهداف مربوط به ایمنی تولید را تحقق می بخشد.

۸- کیفیت تولید محصول و ارائه ی خدمات را ارتقا می دهد.

۷-۲ انواع لی اوت سازمان های تولیدی و خدماتی

الف) لی اوت بر اساس محصول (خط مونتاژ)

در این نوع لی اوت فعالیت ها بر اساس توالی که برای تکمیل محصول لازم است، در یک خط تولید به ترتیب قرار می گیرند. یعنی هر ایستگاه کاری فعالیتی را روی محصول انجام می دهد و جهت تکمیل آن را به ایستگاه بعد می فرستد و به همین ترتیب کل فعالیت ها بر روی محصول انجام می شود. مانند خط مونتاژ اتومبیل و یا جریان تولید فرآورده های نفتی.

- ✓ **نکته**: از خصوصیات این نوع لی اوت، تولید انبوه با تنوع کم است.
- ✓ **نکته**: عملیات خطوط مونتاژ را می توان هر لحظه متوقف کرد بدون آن ها زیانی حاصل شود. اما به دلیل اینکه ترکیبات شیمیایی از استاندارد خارج می شوند، نمی توان عملیات تولید جریان پیوسته را حتی یک لحظه متوقف نمود.

خصوصیات لی اوت بر اساس محصول:

۱- ماشین آلات و تجهیزات تخصصی می باشند. (سرمایه گذاری بالاست)

۲- تقسیم کار به فعالیت های خرد (کار روتین می باشد)

۳- برنامه تولید عموماً ثابت است.

۴- نیازبه افراد با مهارت بالا در انجام فعالیت ها نیست.

۵- سرعت انتقال محصولات بالاست.

۶- برنامه ریزی تولید پیچیده نیست.

۷- میزان انعطاف پذیری خط تولید حداقل است.

۸- جریان کالا و خدمات یکسان، یکنواخت و استاندارد است.

- ✓ **نکته**: برای حمل و نقل در این نوع لی اوت از نقاله ها استفاده می شود. مانند، غلطکی، تسمه ای، ناودانی و دلوی.

- اشکالات مختلف لی اوت بر اساس محصول

خط مستقیم

L شکل

مارپیچی

شانه ای

V شکل

ب) لی اوت بر اساس فرآیند (کارگاهی)

در این لی اوت فعالیت ها از یکدیگر تفکیک شده، به طوری که ماشین آلات به طور مستقل با رعایت فواصل استاندارد در یک مکان فیزیکی در کنار یکدیگر قرار می گیرند.

- ✓ **نکته**: هر محصول یا قطعه در لی اوت کارگاهی مطابق با فرآیند تولید خود باید از مسیرهای متفاوتی عبور کند.
- ✓ **نکته**: در این نوع لی اوت حجم محصول کم و تنوع محصولات زیاد است و ماشین آلات عمومی هستند. تقسیم کار اندک و قابلیت انعطاف پذیری مطلوب می باشد.
- ✓ **نکته**: در این نوع لی اوت تخصص افراد بالاست و سرعت حمل و نقل پایین است.
- ✓ **نکته**: مهمترین مزیت این لی اوت انعطاف بالای آن و مهمترین ضعف آن کارایی پایین آن است.
- ✓ **نکته**: در این نوع لی اوت می توان محصولات را به صورت سفارشی تولید نمود.

- خصوصیات لی اوت کارگاهی (فرآیندی)

۱- تجهیزات و نیروی انسانی انعطاف پذیر است.

۲- به دلیل تنوع کاری سطح تخصص و مهارت کارکنان بالاست.

۳- خشنودی و رضایت شغلی کارکنان به دلیل تنوع کاری بالاست.

۴- شفارشات متعدد و مختلفی را می توان دریافت نمود.

۵- با توجه به تنوع سفارشات، برنامه ریزی و کنترل تولید و مواد پیچیده است.

۶- به دلیل استفاده از وسایل حمل و نقل دستی، سرعت حمل و نقل پایین است.

- ✓ **نکته**: معمولاً لی اوت سیستم های خدماتی مانند، رستوران ها، بانک ها، بیمارستان ها و تعمیرگاه ها به صورت کارگاهی است.

ج) لی اوت بر اساس وضعیت ثابت

گاهی به علت اندازه، حجم، شکل و یا هر خصوصیت دیگری، امکان حرکت محصول در خط تولید وجود ندارد. در این مواقع از لی اوت بر اساس وضعیت ثابت استفاده می کنند.

محصول در یک مکان فیزیکی ثابت می باشد و تجهیزات ماشین آلات و منابع متحرک هستند. صنعت کشتی سازی، لوکوموتیوسازی و ساختمان سازی مثال هایی از این قبیل هستند.

نکته: در این نوع لی اوت امکان تغییر نوع و ترتیب عملیات وجود دارد، یعنی می توان فعالیتی را قبل یا بعد از کار دیگر انجام داد.

د) لی اوت ترکیبی

این نوع لی اوت بر اساس فرآیند تولید و لی اوت بر اساس محصول می باشد.

انواع لی اوت ترکیبی:

۱- لی اوت تکنولوژی گروهی GT (سلولی)

۲- سیستم های تولید انعطاف پذیر می باشند FMS

لی اوت GT:

اگر کارایی زیاد لی اوت محصولی (خطوط مونتاژ) را با انعطاف پذیری بالا و توان تولید محصولات متنوع لی اوت کارگاهی (فرآیندی) ترکیب شود لی اوت سلولی حاصل می شود.

اساس لی اوت GT:

۱- مطالعه ی فرآیندها و کالاهای مختلف و شناخت کالاهای هم خانواده

۲- قرار دان ماشین آلات به صورت سلول های متفاوت

- ✓ **نکته**: می توان با استفاده از این چیدمان، محصولات متنوعی با حجم متوسط، زیاد تولید نمود.

خصوصیات لی اوت بر اساس GT:

۱- سرعت حمل و نقل مواد و قطعات بالاست.

۲- ذخیره ی کالاهای نیمه ساخته بین ایستگاه ها پایین است.

۳- میزان سرمایه گذاری در قید و بست ها پایین است.

۴- زمان راه اندازی پایین است.

۵- از نیروی انسانی به نحو احسن استفاده می شود.

۶- رضایت شغلی و انگیزه ی کاری بالاست.

گام های ایجاد لی اوت سلولی:

۱- شناسایی گروه قطعاتی که مسیرهای مشابهی را طی می کند.

۲- با توجه به فرآیند تولید هر گروه از قطعات، لی اوت ماشین آلات مورد نیاز از فرآینده به سلولی گروه بندی شوند.

۳- ممستقر نمودن سلول ها به گونه ای که میزان حرکت مواد به حداقل برسد.

۴- ماشین های بزرگی که نمی توانند بین سلول ها قرار بگیرند، نزدیک به سلول هایی که به آن ها نزدیک می شوند مستقر شوند.

نکته: در این نوع لی اوت برای حمل و نقل گروهی قطعات از روبات ها استفاده می شود. استفاده از سیستم حمل و نقل اتوماتیک (AVGS) در این نوع لی اوت بسیار متداول است.

۳-۷ روش تجزیه و تحلیل جریان تولید (PFA)

یکی از روش های کدگذاری و گروه بندی در قطعات در GT روش PFA است

- در این روش ابتدا مسیرهایی که قطعات مختلف باید عبور کنند را بررسی نموده و سپس قطعاتی که ماشین های متوالی مشابهی را پشت سر می گذارند در یک گروه قرار می دهد و به این ترتیب سلول های جداگانه ای شناسایی می شوند.

۷-۴ سیستم تولید انعطاف پذیر (FMS)

با این سیستم تاحدودی در فصل یک آشنا شدیم.

سیستم FMS سیستمی یکپارچه و تحت کنترل کامپیوتر می باشد که در بر دارنده ی وسایل خودکار جابجایی مواد و ماشین آلات CNC است که دبه طور همزمان می تواند انباشته هایی با وزن متوسط از قطعات را تولید یا مونتاژ نماید.

- یک سیستم FMS دارای ۳عنصر کلیدی زیر است:

۱- چندین ایستگاه کاری با کنترل کامپیوتری

۲- یک سیستم حمل و نقل با کنترل کامپیوتری

۳- ایستگاه هایی برای بارگیری و تخلیه بار

زیرسیستم های FMS:

۱) GT

۲) سیستم مونتاژ انعطاف پذیر FAS

۳) سیستم های حمل و نقل اتوماتیک AVGS

FAS سلول های تولید انعطاف پذیری است که در اکثر مواقع به صورت U شکل بوده و کالای مشابهی را تولید می کند و گاهی نیز به صورت C شکل می باشند.

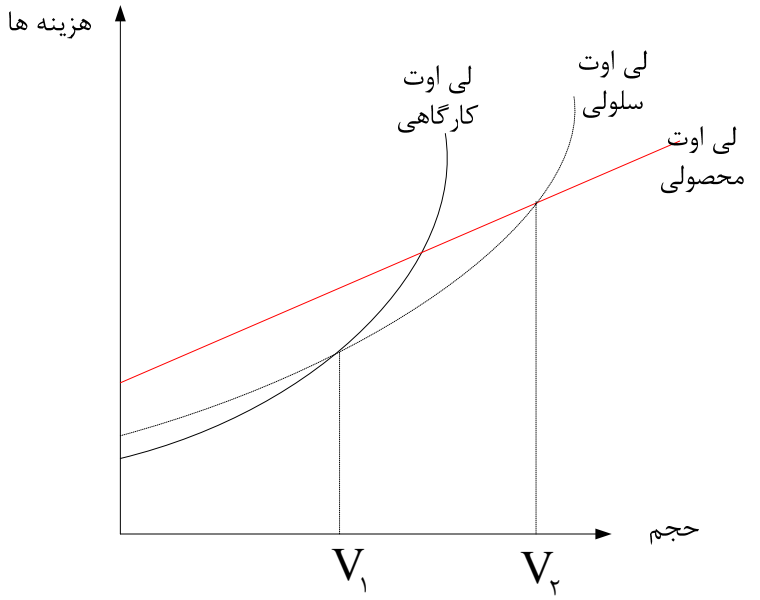
۷-۵ عوامل مؤثر بر انتخاب لی اوت

A) هزینه و زمان نقل و انتقال ها

B) امکانات موجود

C) تنوع محصول

D) حجم تولید



شکل مقایسه هزینه ی انواع لی اوت ها

مثلاً زمانی که حجم کالاها کمتر از V_1 است لی اوت کارگاهی بهتر است و ...

۶-۷ سیکل زمانی

سیکل زمانی عبارت است از حداکثر مدت زمانی که یک ایستگاه کار خود را به اتمام می رساند و به ایستگاه بعدی منتقل می کند.

$$\text{سیکل زمانی} = \frac{\text{زمان خالص کاری روزانه}}{\text{تعداد تولید روزانه}}$$

$$\text{حداقل تعداد ایستگاه ها} = \frac{\text{مجموع زمان فعالیت ها}}{\text{سیکل زمانی}}$$

$$\text{راندمان خط تولید} = 1 - \frac{\text{مجموع زمان ها ی بیکاری}}{\text{سیکل زمانی} \times \text{تعداد ایستگاه ها}}$$

مثال: شرکت محیار به تولید محصولی اشتغال دارد که برای تولید هر واحد آن ۲۰۰ ثانیه وقت لازم است. اگر در روز ۸ساعت کار مفید انجام شود و تولید ۱۲۰ واحد محصول در روز مورد نظر باشد، سیکل تولید چه میزان خواهد بود؟

حل:

$$\text{سیکل زمانی} = \frac{\text{زمان خالص کاری روزانه}}{\text{تعداد تولید روزانه}} = \frac{۸\times۶۰\times۶۰}{۱۲۰} = ۲۴۰$$

مثال: زمان تولید یک قطعه ۴۵ثانیه است، نرخ تولید روزانه، ۵۰۰۰ محصول در ۸ساعت کار مفید است. اگر راندمان ماشین آلات از ۸۶% به ۹۵% افزایش یابد کدام گزینه صحیح می باشد؟

۱) یک ماشین بیکار خواهد بود ۲) ۲ماشین بیکار خواهد بود.

۳) تعداد ماشین های مورد نیاز ۶ خواهد بود. ۴) هیچکدام

حل:

$$N_۲ = \frac{T.P}{۶۰.D.E} = \frac{۴۵\times۵۰۰}{۶۰\times۸\times\%۹۵} ۸/۲۲ \square ۹$$
$$N_۱ = ۱۰$$

۷-۷ تخصیص فعالیت ها به ایستگاه های کاری

روش های تخصیص فعالیت ها به ایستگاه های کاری

۱) روش بیشتری زمان فعالیت ها به ایستگاه های کاری (LOT)

در این روش از بین فعالیت ها، آن فعالیتی تخصیص داده می شود که بیشترین زمان را دارد مگر اینکه سیکل زمانی محدودیت ایجاد کند.

۲) روش کمترین زمان فعالیت ها (SOT)

در این روش از بین فعالیت های آماده تخصیص، فعالیتی که کمترین زمان را دارد انتخاب می شود.

۳) روش بیشترین فعالیت های مابعد

در این روش تعداد فعالیت مابعد در هر یک از فعالیت های آماده برای تخصیص محاسبه می شود و فعالیتی اتخاب می شود که تعداد فعالیت های مابعد آن بیشترین باشد. مگر اینکه سیکل زمانی محدودیت ایجاد کند.

۴) روش بیشترین وزن رتبه بندی شده فعالیت(RPW)

روش محاسبه به شرح زیر است:

A) وزن کلیه فعالیت ها را مشخص نمایید.

B) بیشترین وزن کلیه فعالیت ها را اولویت گذاری کنید.

C) فعالیت ها را به ترتیب اولویت به ایستگاه ها با در نظر گرفتن محدودیت سیکل زمانی تخصیص دهید.

۸-۷ نرم افزارهای مورد نیاز در لی اوت

www.sepandarand.com

۱) ALDEP

۲) CORELAP

۳) CRAFT

فصل هشتم

برنامه ریزی و برآورد تعداد ماشین آلات و تجهیزات

در این فصل نحوه ی محاسبه ی تعداد ماشین آلات و تجهیزات در دو فرآیند، تولید یک مرحله ای و تولید چند مرحله ای ارائه می گردد.

۸-۱ برآورد تعداد ماشین آلات در فرآیند تولید یک مرحله ای

$$N = \frac{TS \times PT}{۶۰ \times D_s \times E}$$

N: تعداد ماشین آلات، T_s: زمان استاندارد برابر است با:

$T_s = T$ (زمان عملیاتی فرآیند) $+ S$ (زمان یادگیری + تأخیرات، خستگی و ...)

ie-jozve.blogfa.com

P_T: میزان کل تولیدات آن مرحله از دوره ی زمانی

$$P_T = \frac{P_N}{1-Z}$$

P_N: میزان اقلام سالم تولیدی

Z: درصد اقلام معیوب (متوسط ضایعات)

D_S: زمان استاندارد کاری که برابر است با:

$D_S = D$(زمان خالص کاری) $\times R$(متوسط راندمان نیروی انسانی)

E: راندمان تجهیزات یا ماشین آلات که برابر است با:

$$E = 1 - \frac{DT + ST}{D}$$

DT: زمان از کار افتادگی ماشین

ST: زمان تنظیم ماشین

مثال: اگر در یک مرحله ای از تولید، زمان یک دوره ی عملیاتی ۸ساعت و زمان متوسط خرابی در روز ۸۰ دقیقه و زمان متوسط راه اندازی در روز ۱۶دقیقه باشد، کارایی این مرحله را محاسبه کنید.

حل:

$$E = 1 - \frac{DT + ST}{D} = 1 - \frac{80 + 16}{8 \times 60}$$

مثال: اگر نرخ تولید در یک ایستگاه ۵واحد و زمان عملیات برای هر واحد ۵۴دقیقه و کارایی ۸۰ درصد باشد. در یک شیفت کاری ۸ساعته، تعداد تجهیزات مورد نیاز در این ایستگاه چقدر می باشد؟

حل:

$$N = \frac{T.P}{60 \times D.E} = \frac{54 \times 5}{60 \times 80/7} = 0/804$$

۸-۲ برآورد تعداد ماشین آلات در فرآیند تولید چندمرحله ای

نحوه ی محاسبه ی ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز در هر مرحله مشابه فرآیند تک مرحله ای است. با این تفاوت که با حرکت پسرو از سمت چپ به سمت راست از آخرین مرحله ی تولید، محاسبه تعداد ماشین آلات انجام می شود تا به مرحله ی اولیه برسد.

مثال: در صورتی که نیاز ماهانه محصولی، ۱۵۰۰۰۰ و خط تولید به صورت شکل زیر و درصد ضایعات به این شرح باشد؛ ایستگاه S_1، ۰%، ایستگاه S_2، ۰% ، ایستگاه D_1، ۴درصد، ایستگاه D_2، ۲درصد و ایستگاه W_1 ، ۳درصد، تعداد قطعات ورودی در ایستگاه S_1 کدام است؟

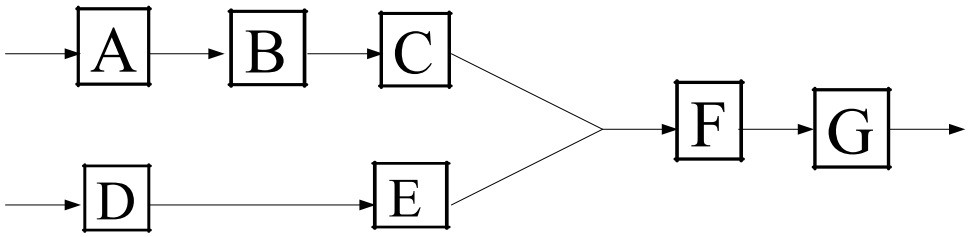
$$W_1 \text{ ورودی ایستگاه} = \frac{۱۵۰۰۰۰}{۱-۰/۳ = ۱۵۴۶۳۹} \rightarrow [S_t] \rightarrow [D_1]$$

$$D_1 \text{ ورودی ایستگاه} = \frac{۱۵۴۶۳۹}{۱-۰/۰۴} = ۱۶۱۰۸۴ \rightarrow [S_2] \rightarrow [D_2]$$

$[D_1]$ و $[D_2]$ → $[W_1]$

$$S_1 \text{ ورودی ایستگاه} = \frac{۱۶۱۰۸۴}{۱-۰/۰} \rightarrow ۱۶۱۰۸۴$$

مثال: خط تولید محصولی به صورت زیر می باشد.درصد ضایعات هر ایستگاه به شرح زیر است. A ۵درصد، B ۸درصد، C ۱درصد، D ۳درصد، Eصفردرصد، F ۲درصد، G ۴درصد. مقدار ورودی ایستگاه D چقدر باشد تا خروجی نهایی ۲۰۰۰۰ واحد باشد؟



حل:

$$G \text{ ورودی ایستگاه} = \frac{۲۰۰۰۰}{۱-۰/۰۴} \square ۲۰۸۳۴$$

$$F \text{ ورودی ایستگاه} = \frac{۲۰۸۳۴}{۱-۰/۰۲} = ۲۱۲۵۶$$

$$E \text{ ورودی ایستگاه} = \frac{۱۶۱۰۸۴}{۱-۰} \rightarrow ۲۱۲۵۶$$

$$D \text{ ورودی ایستگاه} = \frac{۲۱۲۵۶}{۱-۰/۰۳} = ۲۱۹۱۵$$

سوالات فصل هشتم

۱- زمان استاندارد تولید قطعه ۹۰ ثانیه، کارایی ماشین آلات ۹۰ درصد و شیفت خالص کاری ۸ ساعت می باشد. برای تولید ۲۸۸۰ واحد از قطعه مورد نظر، چه تعداد ماشین آلات مورد نیاز است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲

گزینه ۳ صحیح است.

$$N = \frac{PT}{DE} = \frac{2880 \times 90}{(8 \times 60 \times 60) \times 0/9} = 10$$

۲-اگر تقاضای قطعه ای ۱۹۰۰ واحد و درصد خروجی سالم این قطعه از ماشین مورد نظر ۹۵ درصد باشد. با در نظر گرفتن کارایی ۰/۹ و زمان استاندارد ۰/۲ ساعت در ۸ ساعت کاری، تعداد ماشین آلات مورد نیاز چند واحد است؟

۱) ۲۸ ۲) ۵۶ ۳) ۴۲ ۴) ۷۰

گزینه ۲ صحیح است.

$$\text{ورودی فرایند} = \frac{1900}{0/95} = 2000$$

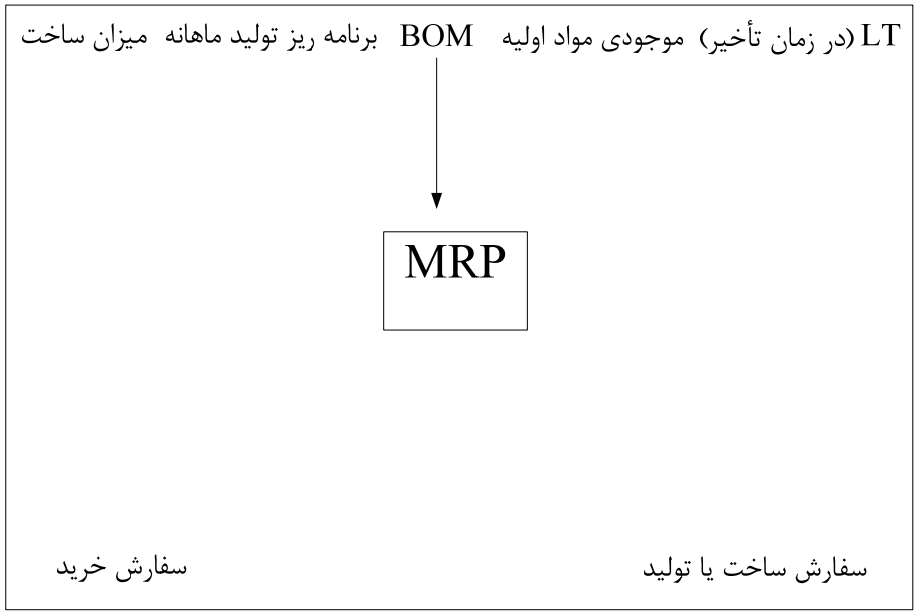
$$N = \frac{PT}{DE} = \frac{2000 \times 0/2}{8 \times 0/9} \approx 56$$

فصل نهم

برنامه ریزی مواد مواد اولیه و قطعات (MRP)

برنامه ریزی مواد از این لحاظ حائز اهمیت است که جریان تولید را متوقف نموده و آماده نبودن مواد اولیه در زمان مورد نیاز، هزینه های زیادی را به سازمان تحمیل می نماید.

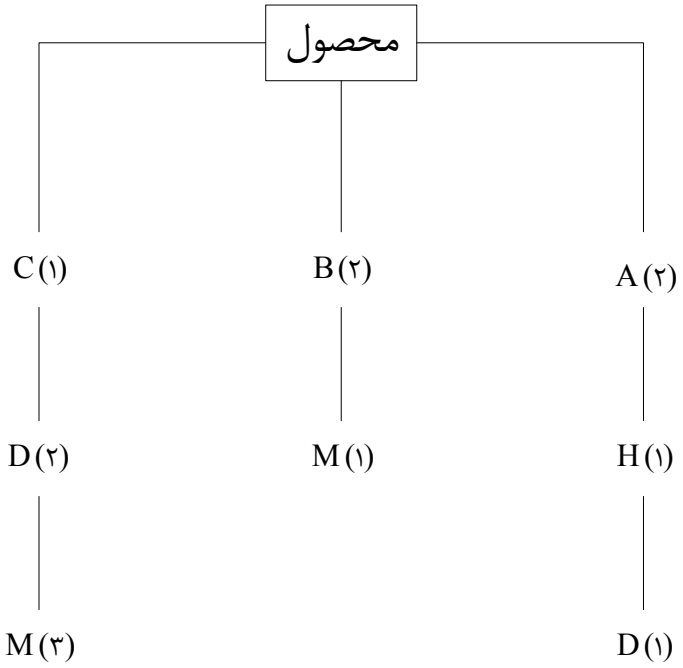
۹-۱ فرآیند برنامه ریزی مواد اولیه و قطعات



۹-۲ سطح بندی

نمودار ساختار محصول، سطوح مختلفی دارد و هر سطح حاوی اجزای تشکیل دهنده ی سطح بالاتر است. معمولاً محصول نهایی در سطح صفر قرار می گیرد و ردیف پایین تر را سطح یک گویند.

مثال: میزان M موردنیاز برای تولید عدد محصول در صورتی که از هر قطعه ۲۰عدد در انبار موجود باشد چقدر است؟



حل:

۲۰−۱۰=۱۰	نیاز خالص C	⇒	۲۰×۱=۲۰	نیاز به C برای تولید محصول	
۲۰−۱۰=۱۰	نیاز خالص D	⇒	۱۰×۲=۲۰	نیاز به D برای تولید C	
۳۰−۱۰=۲۰	نیاز خالص M	⇒	۱۰×۳=۳۰	نیاز به M برای تولید D	
۴۰−۱۰=۳۰	نیاز خالص B	⇒	۲۰×۲=۴۰	نیاز به B برای تولید محصول	
۳۰×۱=۳۰	نیاز خالص M	⇒	۳۰×۱=۳۰	نیاز به M برای تولید B	
۴۰−۱۰=۳۰	نیاز خالص A	⇒	۲۰×۲=۴۰	نیاز به A برای تولید محصول	
۳۰−۱۰=۲۰	نیاز خالص H	⇒	۳۰×۱=۳۰	نیاز به H برای تولید A	

۲۰×۱=۲۰	نیاز به D برای تولید H
۲۰×۳=۶۰	نیاز به M برای تولید D
۲۰+۳۰+۶۰=۱۱۰	نیاز کل به قطعه ی M

۳-۹ برنامه ریزی ظرفیت:

برنامه ریزی ظرفیت، میزان تولید ماه های آینده را با ظرفیت ماشین آلات موجود مقایسه می نماید تا برنامه ی اصلی تولید با ظرفیت ماشین آلات هماهنگ شود.

www.sepandarand.com

نرخ کارایی× (نسبت فعال بودن) × (زمان هر شیفت) ×(تعداد شیفت های کاری) ×(تعداد ماشین آلات) = ظرفیت

۱- نرخ کارایی:

نسبت بازده یک فرد یا ایستگاه کاری در مقایسه با بازده استاندارد آن است.

۲- نسبت فعال بودن:

نسبت زمان فعال به کل زمان کاری

۳- زمان هر شیفت:

زمان ناخالص کاری در هر شیفت

۴- تعداد شیفت کاری

۵- تعداد ماشین آلات و یا کارگران

۶- ظرفیت

پس از محاسبه ی ظرفیت میزان بار تعیین شده سنجیده می شود و درصد فعالیت محاسبه می شود.

$$\text{درصد بار نسبت به ظرفیت} = \frac{\text{میزان بار تعیین شده}}{\text{ظرفیت}} \times ۱۰۰$$

- فرق بین سیستم کنترل موجودی با سیستم MRP:

سیستم کنترل موجودی ← برای اقلام تقاضای مستقل مورد استفاده قرار می گیرد

سیستم MRP ← برای اقلام تقاضای وابسته به کار می رود

مستقل ← تقاضا برای یک قطعه جدا از تقاضا برای قطعات دیگر است

وابسته ← تقاضا برای یک قطعه وابسته به تقاضا برای قطعات دیگر است

۹-۴ اهداف MRP

۱- کاهش میزان موجودی انبار

۲- کاهش زمان تولید و تحویل کالا

۳- افزایش بازدهی تولید

ie-jozve.blogfa.com

۴- تخمین زمان واقعی

- ✓ **نکته**: در MRP تأکید بیشتر روی زمان سفارش است تا نحوه ی سفارش دهی
- ✓ **نکته**: MPS (برنامه زمان بندی تولید) هدایت کننده ی MRP می باشد.

سوالات فصل نهم

۱- کدام عبارت در مورد MRPII صحیح است؟

۱) ویرایش جدید MPP است.

۲) MRP را تا سطح برنامه تولید تفصیلی تعمیم می دهد

۳) یک سیستم اطلاعاتی مورد استفاده در GIM به همراه CAD و CAM است.

۴) برنامه ریزی منابع تولید بوده و شامل نرم افزارهای تولید، مالی و بازاریابی است.

گزینه ۴ صحیح است.

سیستم برنامه ریزی منابع تولید(MRPII) شامل نرم افزاهای مالی، بازاریابی و تولید است تا بتواند مشارکت و تبادل اطلاعات بین واحدهای مختلف را فراهم سازد

۲- کدام گزینه از ورودی های MRP نیست؟

۱) زمانبندی اصلی تولید ۲) ساختار محصول ۳) پرونده اصلی موجودی ۴) برنامه ساخت

گزینه ۴ صحیح است.

برنامه سفارش خرید یا ساخت از خروجی های MRP است.

فصل دهم

برنامه ریزی در سیستم های غیرپیوسته

همانطور که در بخش کلیات نیز بیان شد، سیستم های تولیدی را می توان به دو نوع پیوسته و غیرپیوسته تقسیم کرد. در سیستم های تولیدی پیوسته کالاهای همگن به صورت انبوه تولید می شود و در سیستم های غیرپیوسته، کالاهای متنوع به میزان معین و بر حسب سفارش تولید می شود.

- ✓ **نکته**: برنامه ریزی در سیستم های غیرپیوسته بسیار پیچیده تر از سیستم های پیوسته می باشد.

۱-۱۰ اهداف برنامه ریزی در سیستم های غیرپیوسته

۱) حداقل نمودن زمان تأخیر در تحویل هر سفارش

۲) حداقل نمودن تعداد و هزینه ی راه اندازی ماشین آلات

۳) حداقل نمودن زمان تکمیل هر سفارش

۴) حداکثر نمودن میزان فعال بودن ماشین آلات یا نیروی کار

۵) حداقل نمودن هزینه ی کل یا زمان کل فعالیت ها

۲-۱۰ برنامه ریزی بار ماشین آلات

متناسب با برنامه تولید ماهانه و بر اساس سفارش هایی که باید انجام پذیرد، لازم است برنامه ی کار ماشین آلات و کارگاه های مختلف کارخانه مشخص شود. در این برنامه، سفارش ها به کارگاه های مختلف تخصیص داده می شود و مقدار بار هر کارگاه تعیین می شود. یکی از روش های مورد استفاده «روش مجارستانی» است.

۱-۲-۱۰ روش مجارستانی

این روش در واقع نوع خاصی از برنامه ریزی است و با هدف کمینه سازی هزینه ی کل یا زمان کل فعالیت ها، سفارش ها را به ماشین آلات تخصیص می دهد.

گام های روش مجارستانی

گام اول- کوچکترین عدد هر سطر را یافته و از سایر اعداد آن سطر کسر نمایید.

گام دوم- کوچکترین عدد هر ستون را یافته و از سایر اعداد آن ستون کسر نمایید.

گام سوم- در ماتریس بدست آمده، حداقل خطوط عمودی و افقی که بتواند تمام صفرها را بپوشاند رسم نمایید. اگر تعداد خطوط مساوی تعداد سفارش ها باشد، در این صورت مسئله حل شده است و به گام پنجم بروید، در غیر این صورت به گام چهارم بروید.

گام چهارم- کوچکترین عدد باقیمانده که هیچ خطی روی آن ترسیم نشده را انتخاب کرده، از کلیه اعدادی که هیچ خطی روی آن ها رسم نشده کسر نمایید و به اعدادی که در محل تلاقی خطوط قرار دارند اضافه کنید و به گام سوم برگردید.

گام پنجم- عدد صفری را که در سطر یا ستون خود منحصر به فرد است، انتخاب نموده و آن سفارش را به ماشین مربوطه تخصیص دهید. آنگاه سطر و ستون مربوطه را از ماتریس حذف نموده، صفری که در ستون یا سطر خود منحصر به فرد است را اتخاب کنید و به همین ترتیب عمل نمایید تا کل سفارش ها یا فعالیت ها به کارگاه ها یا ماشین آلات تخصیص یابد.

مثال: به منظور بازرسی شعبات بانک های چهار استان مختلف از چهار مرکز بازرسی که در استان های دیگر قرار دارند استفاده می شود. هزینه ی روانه کردن هرگروه بازرسی به هر استان معادل جدول زیر است.

گروه ها / استان	①	②	③	④
الف	۱۱	⑤	۷	۱۰
ب	۶	②	۴	۶
ج	۸	۷	⑤	۶
د	۱۰	۵	④	۱۰

گام اول: کوچکترین عدد هر سطر را یافته و از کلیه ی اعداد آن سطر کسر نمایید.

گروه ها / استان	①	②	③	④
الف	۶	۰	۲	۵
ب	۴	۰	۲	۴
ج	③	۲	۰	①
د	۶	۱	۰	۶

گام دوم: کوچکترین اعداد هر ستون را یافته و از کلیه ی اعداد هر ستون کسر نمایید.

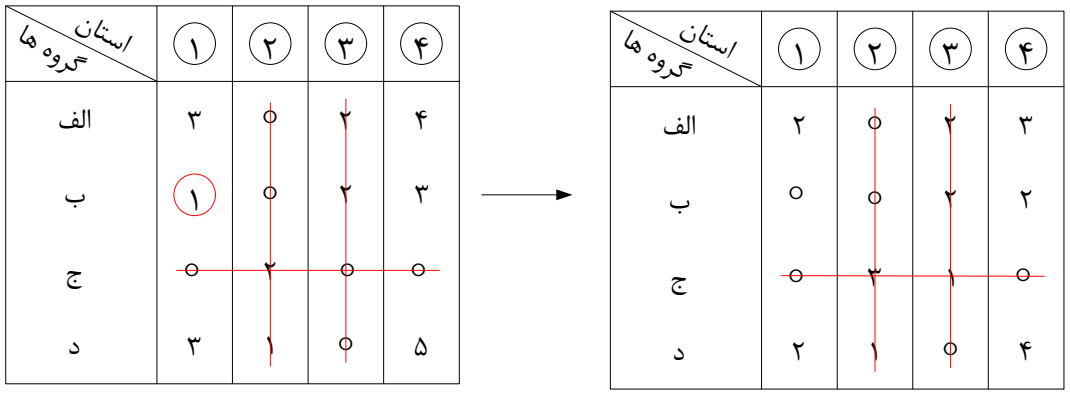
استان / گروه ها	۱	۲	۳	۴
الف	۳	۰	۲	۴
ب	۱	۰	۲	۳
ج	۰	۲	۰	۰
د	۳	۱	۰	۵

گام سوم: حداقل خطوط افقی و عمودی که کلیه ی صفرها را پوشش دهد را ترسیم کنید.

استان / گروه ها	۱	۲	۳	۴
الف	۳	۰	۲	۴
ب	۱	۰	۲	۳
ج	۰	۲	۰	۰
د	۳	۱	۰	۵

با توجه به اینکه حداقل ۳خط پوششی می توان رسم کرد به گام چهارم می رویم.

گام چهارم: کوچکترین عددی که هیچ خطی روی آن رسم نشده است را یافته و ازکلیه اعدادی که زیر هیچ خطی قرار نگرفته اند کسر نمایید و به اعداد در تلاقی خطوط اضافه کنید.



گروه ها / استان	۱	۲	۳	۴
الف	۳	۰	۲	۴
ب	۱	۰	۲	۳
ج	۰	۲	۰	۰
د	۳	۱	۰	۵

گروه ها / استان	۱	۲	۳	۴
الف	۲	۰	۲	۳
ب	۰	۰	۲	۲
ج	۰	۳	۱	۰
د	۲	۱	۰	۴

گام سوم: حداقل خطوط افقی و عمودی که کلیه ی صفرها را پوشش دهد را رسم نمایید.

گروه ها / استان	۱	۲	۳	۴
الف	۲	۰	۲	۳
ب	۰	۰	۲	۲
ج	۰	۳	۱	۰
د	۲	۱	۰	۴

چون حداقل خطوط، مساوی تعداد سفارشات است، پس مسئله حل شده است. بنابراین به گام پنجم بروید.

گام پنجم: گروه (د) استان ۳ را به عهده می گیرد. گروه (ج) استان ۴ را به عهده می گیرد. گروه (ب) استان ۱ و گروه (الف) استان ۲ را بر عهده می گیرد. یعنی در پایان داریم:

گروه	الف	ب	ج	د
استان	۲	۱	۴	۳

۳-۱۰ برنامه ریزی تعیین ترتیب سفارشات

پس از تعیین بار کارگاه ها، لازم است که مشخص شود اولویت ترتیب انجام هر یک از سفارش ها چگونه خواهد بود. روش ها مورد استفاده به شرح زیر خواهد بود:

۱-۳-۱۰ روش جانسون (تعیین ترتیب انجام n سفارش روی m ماشین)

این روش در شرایطی که فرآیند تولید متوالی باشد، قابل استفاده است. می توان ترتیب انجام n سفارش که دارای ۲ یا حداکثر ۳ مرحله ی عملیاتی متوالی باشند را تعیین نمود.

مراحل حل مسئله بر اساس روش جانسون

۱) زمان های عملیات هر کار بر روی هر ماشین را لیست کنید.

۲) کوتاهترین زمان عملیات در لیست را انتخاب کنید.

۳) اگر کوتاهترین زمان عملیات به دست امده از گام برای ماشین ۱ است ترتیب کار متناظر با آن در اولویت اول قرار می گیرد. اگر برای ماشین ۲ است کار تا را تا آنجا که ممکن است دیرتر از همه قرار بدهید.

نکته: در صورت مساوی بودن می توان به صورت دلخواه عمل نمود.

۴) زمان عملیات کار انتخاب شده در گام ۳ را خط بزنید.

۵) گام های ۲ و ۳ را تا قرار دادن همه ی کارها در توالی کامل ادامه دهید.

۲-۳-۱۰ روش بهترین طریق بعدی NBR

وقتی که سفارش های متعددی را بتوان بر روی یک ماشین انجام داد اما زمان (هزینه ی) راه اندازی و تغییر ماشین، از هر سفارش به سفارش دیگر متفاوت باشد، از این روش استفاده می شود.

نکته: در این روش حاقل زمان راه اندازی از یک سفارش به سفارش دیگر بر روی یک ماشین، مبنای تعیین ترتیب سفارش ها قرار می گیرد.

۳-۳-۱۰ روش تعیین ترتیب انجام سفارش ها به ترتیب ورود FCFS

در این روش سفارش ها به ترتیب ورود مورد پردازش قرار می گیرند.

نکته: در بیشتر سازمان های خدماتی مانند بانک ها، باجه های فروش بلیط و ... و از این روش استفاده می شود.

مثال: ۵سفارش به ترتیب زیر به کارگاهی رسیده است. زمان عملیاتی تولید و موعد تحویل سفارش ها در جدول زیر موجود است. با استفاده از روش FCFS ترتیب انجام سفارش ها را تعیین نموده و و زمان تکمیل سفارش ها، متوسط زمان تکمیل سفارش ها، متوسط تعداد سفارش در سیستم و متوسط زمان دیرکرد را محاسبه نمایید.

سفارش	زمان عملیات	موعد تحویل
A	۷	۹
B	۹	۱۲
C	۱۲	۷
D	۱۱	۱۸
E	۶	۱۴

حل:

www.sepandarand.com

در روش FCFS سفارش ها به ترتیب دریافت شده مورد پردازش قرار می گیرند.

سفارش	زمان عملیات	زمان عملیات تراکمی	موعدتحویل	دیرکرد
A	۷	۷	۹	-
B	۹	۱۶	۱۲	۴
C	۱۲	۲۸	۷	۲۱
D	۱۱	۳۹	۱۸	۲۱
E	۶	۴۵	۱۴	۳۱
جمع	۴۵	۱۳۵		۷۷

زمان تکمیل سفارش ها = مجموع زمان عملیاتی سفارش ها = ۴۵روز

$$\text{متوسط زمان تکمیل سفارش ها} = \frac{\sum \text{زمان تراکمی عملیات سفارش ها}}{\text{تعداد سفارش ها}} \Leftarrow \frac{۱۳۵}{۵} = ۲۷$$

$$\text{متوسط تعداد سفارش در سیستم} = \frac{\sum_{۱}^{۵} (\text{i زمان عملیات})(\text{تعداد سفارش های موجود در سیستم در زمان انجام سفارش i})}{\text{زمان تکمیل سفارش ها}}$$

$$\frac{۵(۷)+۴(۹)+۳(۱۲)+۲(۱۱)+۱(۶)}{۴۵} = ۳$$

در مجموع، ۳ سفارش هم در حال پردازش و هم در انتظار انجام عملیات هستند.

$$\text{متوسط تعداد سفارش در صف} = \frac{\sum_{۱}^{۵} (\text{i زمان عملیات})(\text{تعداد سفارش های موجود در صف در زمان انجام سفارش i})}{\text{زمان تکمیل سفارش ها}}$$

$$\frac{۴(۷)+۳(۹)+۲(۱۲)+۱(۱۱)+۰(۶)}{۴۵} = ۲$$

درمجموع، دو سفارش در انتظار انجام عملیات هستند.

ie-jozve.blogfa.com

$$\text{متوسط زمان دیرکرد} = \frac{\text{کل زمان دیرکرد}}{\text{تعداد سفارش ها}}$$

$$\frac{۷۷}{۵} = ۱۵/۴$$

۱۰-۳-۴ روش تعیین ترتیب انجام سفارش بر اساس کمترین زمان تولید(SPT)

هدف این روش، حداقل نمودن زمان تکمیل هر سفارش و به تبع آن حداقل نمودن موجودی ها و کالاهای نیمه ساخته است. اولویت انجام کار در این روش، به سفارش هایی تعلق می گیرد که زمان عملیاتی آن ها کمتر است.

نکته: در این روش متوسط زمان تکیمل سفارش ها و متوسط تعداد سفارش ها در سیستم به حداقل می رسد.

۱۰-۳-۵ روش تعیین ترتیب انجام سفارش ها بر اساس حداقل نمودن متوسط زمان تأخیر در تحویل کالا (SLACK)

در این روش با هدف حداقل نمودن متوسط تأخیر در تحویل هر سفارش، ابتدا تأخیر مجاز در هر سفارش را بر اساس رابطه ی زیر محاسبه، سپس سفارش ها را به ترتیب حداقل تأخیر مجاز مرتب نمایید.

زمان پردازش سفارش - (تاریخ روز اول تولید- موعد تحویل سفارش) = متوسط تعداد سفارش در صف

نکته: مدت زمان تأخیر مجاز، مدت زمانی است که می توان تولید محصول را به تعویق انداخت بدون آنکه از موعد تحویل دیرتر شود.

۱۰-۳-۶ روش نرخ بحرانی (CR)

این روش با هدف حداقل نمودن متوسط تأخیر در هر سفارش است. ابتدا نرخ بحرانی را مطابق رابطه ی زیر محاسبه نموده و سپس سفارش ها را به ترتیب کمترین نرخ بحرانی مرتب نمایید.

$$\text{نرخ بحرانی} = \frac{\text{موعد تحویل سفارش}}{\text{زمان پردازش سفارش}}$$

۱۰-۳-۷ روش زودترین موعد تحویل DD

در این روش سفارش ها را به ترتیب زودترین موعد تحویل مرتب شده که هدف آن حداقل نمودن زمان تأخیر در تحویل سفارش است.

۱۰-۳-۸ روش مور MOORE

حداقل نمودن تعداد سفارش هایی که با دیرکرد انجام می پذیرد و در شرایطی که مورد استفاده قرار می گیرد که سفارش های مختلفی جهت انجام کار با یک ماشین دریافت شده است.

-مراحل انجام محاسبات روش مور

گام اول: کلیه سفارش ها را به ترتیب زودترین زمان تحویلی مرتب نمایید.

گام دوم: بر اساس گام ۱ به ترتیب سفارش ها را به ماشین تخصیص دهید و زمان عملیاتی را محاسبه نمایید. چنانچه موعد تحویل سفارش بیشتر از زمان عملیاتی تراکمی باشد، آن را تخصیص دهید.

۹-۳-۱۰ روش کوتاهترین زمان تولید فعالیت های اولویت دار (WSPT)

در شرایطی که سفارشات دارای اولویت باشند از این روش استفاده می شود. اولویت سفارش ها با وزن هایی (W_i) نشان داده می شود. بنابراین، از بین سفارش ها، آنهایی که دارای نسبت $\frac{T_i}{W_i}$ کوچکتری هستند انتخاب می شوند.

T_i: زمان عملیاتی سفارش

۱۰-۴ برنامه ریزی با محدودیت (CBP)

برنامه ریزی با محدودیت روشی است که انواع راه حل های مختلف را بررسی نموده و راه حلی را انتخاب می نماید که حداقل هزینه (زمان) را دارا باشد.

اساس این روش این است که وقتی یک سفارش تخصیص داده می شود، تعداد راهکارهای دیگر، برای تخصیص سفارش ها کاهش می یابد.

۱۰-۵ تئوری محدودیت ها TOC

TOC یک فلسفه مدیریت است که توسط گلدرات ارائه شده و می توان آن را به سه زمینه ی جداگانه اما مرتبط به هم تقسیم کرد: لجستیک، اندازه گیری عملکرد و تفکر منطقی.

- لجستیک شامل برنامه ریزی زمانی DBR، مدیریت موجودی احتیاطی و تجزیه و تحلیل V.A.T می باشد.

- اندازه گیری عملکرد شامل محصولات قابل فروش، موجودی، هزینه ی عملیاتی و پنج گام اصلی می باشد.

- ابزارهای فرآیند تفکر در شناسایی ریشه ی مشکلات، شناسایی و ارائه ی راه حل های برنده-برنده و اجرای این راه حل ها مهم می باشد.

۱-۵-۱۰ مزایای بکارگیری تئوری محدودیت

۱- کاهش زمان های تأخیر

۲- کاهش زمان های سیکل

۳- بهبود عملکرد به موقع

۴- کاهش سطوح موجودی

۵- همبستگی بین کاهش موجودی و زمان تأخیر

۶- افزایش زمان درآمد

۷- شناسایی دقیق فرصت های بهبود

۸- کاهش زمان سیکل پروژه ها

۹- دستیابی به نتایج بهتر

۲-۵-۱۰ معایب بکارگیری تئوری محدودیت

۱- استفاده از واژه های ناملموس

۲- نیاز به تغییرات در فرهنگ و طرز فکر کارکنان

۳-۵-۱۰ ابزارهای مدیریت محدودیت ها

۱- فرآیند منطقی تفکر

۲- زمان بندی تولید DBR

۳- زنجیر حیاتی

فرآیند منطقی تفکر از شش نمودار استفاده می کند که عبارتند از:

A) درخت واقعیت فعلی

B) کنار زدن ابرها

C) درخت واقعیت آینده

D) شاخه منفی

E) درخت پیش نیاز

F) درخت انتقال

سیستم زمان بندی DBR

یک سیستم زمان بندی محدود است که جریان را در سیستم بالانس می کند تا محصولات تولیدی مطابق با تقاضای بازار و با حداقل زمان تأخیر تولید، موجودی و هزینه های عملیاتی تولید شوند.

- ✓ **نکته**: سیستم لجستیکی DBR قلب روش تولید یکپارچه می باشد.

- بکارگیری مدل پیاده سازی تئوری محدودیت در DBR

۱- تعیین توالی انجام سفارشات

۲- شناسایی منابع محدودیت در سییستم تولید

۳- استفاده از حداکثر شرفیت واحد محدودیت

۴- تعیین موجودی های احتیاطی مقداری و زمانی

۵- استفاده از سیستم های کنترل تولید

- دلایل بکاگیری DBR

۱—زمان های تحویل به موقع، نسبت به استانداردهای رقبا پایین تر باشد.

۲- موجودی در جریان، بسیار بالا باشد.

۳- سفارشات فوری و با هزینه ی بالا در سطح کارخانه زیاد باشد.

۴- نرخ های دوباره کاری و معیوب بالا باشد.

۵- اضافه کاری بالا

۶-۱۰ الگوریتم ژنتیک

ماهیت این الگوریتم بر اساس انتخاب طبیعی خصوصیات ژنتیک است. این راهکار از یک منطقه شروع می نماید و به ترتیب راهکارهای دیگر با مشخصات کمی متفاوتی ارائه می دهد. این راهکارها بر اساس تابع هدف ارزیابی شده و با یکدیگر مقایسه می شوند.

مثال: امروز اولین روز مهر است. به دلیل نزدیک شدن فصل تعطیلات مدیر یک کارگاه برنامه ریزی می کند تا در طول ۲ماه بعد، هفت روز هفته کار کند. کار وی در ماه مهر شامل ۵کار A و B و C و D و E می باشد. زمان لازم برای پردازش و سررسید آن ها به صورت زیر است:

کار	زمان لازم برای پردازش	زمان تحویل
A	۵	۱۰
B	۱۰	۱۵
C	۲	۵
D	۸	۱۲
E	۶	۸

کارهای رسیده را با روش های زیر اولویت بندی کنید.

الف) FCFS

ب) DD

ج) SLACK

www.sepandarand.com

د) CR

ه) SPT

حل:

الف)

توالی FCFS	زمان شروع	زمان پردازش	تاریخ تکمیل	تاریخ تحویل	تأخیر
A	۰	۵	۵	۱۰	۰
B	۵	۱۰	۱۵	۱۵	۰
C	۱۵	۲	۱۷	۵	۱۲
D	۱۷	۸	۲۵	۱۲	۱۳
E	۲۵	۶	۳۱	۸	۲۳
جمع کل			۹۳		۴۸
میانگین			$\frac{۹۳}{۵}=۱۸/۶$		$\frac{۴۸}{۵}=۹/۶$

ب) زودترین زمان سررسید

توالی DD	زمان شروع	زمان پردازش	تاریخ تکمیل	تاریخ تحویل	تأخیر
C	۰	۲	۲	۵	۰
E	۲	۶	۸	۸	۰
A	۸	۵	۱۳	۱۰	۳
D	۱۳	۸	۲۱	۱۲	۹
B	۲۱	۱۰	۳۱	۱۵	۱۶
جمع کل			۷۵		۲۸
میانگین			$\frac{۷۵}{۵}=۱۵$		$\frac{۲۸}{۵}=۵/۶$

ج)

SLACK = (تاریخ سررسید – تاریخ امروز) – زمان باقیمانده پردازش

ie-jozve.blogfa.com

www.sepandarand.com

توالی SLACK	زمان شروع	زمان پردازش	تاریخ تکمیل	تاریخ تحویل	تأخیر
E	۰	۶	۶	۸	۰
C	۶	۲	۸	۵	۳
D	۸	۸	۱۶	۱۲	۴
A	۱۶	۵	۲۱	۱۰	۱۱
B	۲۱	۱۰	۳۱	۱۵	۱۶
جمع کل			۸۲		۳۴
میانگین			$\frac{۸۲}{۵}=۱۶/۴$		$\frac{۳۴}{۵}=۶/۸$

د)

$$CR=\frac{\text{زمان باقیمانده}}{\text{کارهای باقیمانده}}$$

توالی CR	زمان شروع	زمان پردازش	تاریخ تکمیل	تاریخ تحویل	تأخیر
E	۰	۶	۶	۸	۰
D	۶	۸	۱۴	۱۲	۲
B	۱۴	۱۰	۲۴	۱۵	۹
A	۲۴	۵	۲۹	۱۰	۱۹
C	۲۹	۲	۳۱	۵	۲۶
جمع کل			۱۰۴		۵۶
میانگین			$\frac{۱۰۴}{۵}=۲۰/۸$		$\frac{۵۶}{۵}=۱۱/۲$

ه)

کوتاه ترین زمان پردازش = SPT

ie-jozve.blogfa.com

توالی CR	زمان شروع	زمان پردازش	تاریخ تکمیل	تاریخ تحویل	تأخیر
C	۰	۲	۲	۵	۰
A	۲	۵	۷	۱۰	۰
E	۷	۶	۱۳	۸	۵
D	۱۳	۸	۲۱	۱۲	۹
B	۲۱	۱۰	۳۱	۱۵	۱۶
جمع کل			۷۴		۳۰
میانگین			$\frac{۷۴}{۵}=۱۴/۸$		$\frac{۳۰}{۵}=۶$

سوالات فصل دهم

۱- مجموع زمان های پردازش تعدادی فعالیت ۶/۵ دقیقه است. در صورتی که بخواهیم ۴۸۰ واحد محصول در ۸ ساعت کار روزانه تولید کنیم، حداقل به چند ایستگاه کاری نیاز داریم؟

۱) ۷ ۲) ۶ ۳) ۵ ۴) ۸

گزینه ۱ صحیح است.

$$CT=\frac{\text{زمان خالص کاری}}{\text{تعداد تولید}}=\frac{8\times 60}{480}=\text{۱ دقیقه}$$

$$\text{حداقل تعداد ایستگاه}=\frac{\text{مجموع زمان انجام فعالیت ها}}{CT}=\frac{6/5}{1}=6/5\approx 7$$

۲- کدام یک از خط مشی های انتخاب روش اولویت بندی در تولید کارگاهی صحیح نیست؟

۱) SPT هنگامی مفید است که کارگاه بسیار متراکم باشد.

۲) DDATE را هنگامی استفاده کنید که فقط از مقادیر کوچک تغییر می توان صرف نظر کرد.

۳) برای اولویت بندی کارهایی که باید در آینده با کارهای دیگر مونتاژ شوند از SPT استفاده کنید.

۴) SPT میانگین کالای در جریان، زمان تکمیل درصد کارهای با تأخیر را حداقل می کند.

گزینه ۳ صحیح است.

برای اولویت بندی کارهایی که باید در آینده با کارهای دیگر مونتاژ شوند از SPT نباید استفاده کرد. برای مطالعه تمام قوانین می توانید به کتاب مدیریت تولید و عملیات نوین جعفرنژاد، صفحهٔ ۳۳۰ مراجعه کنید.

۳- با توجه به عملیات زیر، اولویت انجام سفارش ها را به گونه ای انجام دهید که حداقل کارها با تأخیر مواجه شوند؟ تعداد کار با تأخیر کدام است؟

عملیات	زمان فرایند	موعد تحویل
A	۸	۱۵
B	۵	۶
C	۱۰	۱۶
D	۱۲	۲۶
E	۱۶	۴۲

۱) صفر ۲) یک ۳) دو ۴) سه

گزینه ۲ صحیح است.

اگر کارها را به ترتیب زیر انجام دهیم، فقط کار C با تأخیر مواجه می شود.

اولویت	عملیات	زمان فرایند	زمان تجمعی	موعد تحویل
۱	B	۵	۵	۶

۲	A	۸	۱۳	۱۵
۳	D	۱۲	۲۵	۲۶
۴	E	۱۶	۴۱	۴۲
۵	C	۱۰	۵۱	۱۶

۴- با استفاده از قاعده جانسون ترتیب انجام اولویت های زیر را تعیین کنید.

عملیات	وزن	زمان پردازش در ماشین اول	زمان پردازش در ماشین دوم	زمان پردازش در ماشین سوم
A	۲	۶	۸	۸
B	۱	۲	۸	۱
C	۱	۳	۶	۵
D	۱	۳	۵	۵

۱) B C D A ۲) D C B A

۳) C B A D ۴) B A C D

گزینه ۱ صحیح است.

ابتدا باید زمان عملیات را بر وزن آنها تقسیم کنیم.

عملیات	T_1	T_2	T_3
A	۳	۴	۴
B	۲	۸	۱
C	۳	۶	۵
D	۳	۵	۵

حال دو ماشین فرضی تشکیل می دهیم که ماشین اول فرضی از مجموع زمان های ماشین های یک و دو حاصل می شود و ماشین دوم فرضی از مجموع زمان های ماشین های دو و سه.

عملیات	$t^*_{۱۲}$	t^*_{23}
A	۷	۸
B	۱۰	۹
C	۹	۱۱
D	۸	۱۰

حال طبق قاعده جانسون اولویت ها را تعیین می کنیم

A	D	C	B

۵- روش براون جیبسون برای انتخاب محل کارخانه چگونه معیار رجحان مکان را تعیین می کند؟

۱) مبتنی بر مقایسات زوجی و وزن دهی عوامل ذهنی

۲) با استفاده از داده های اقتصادی و رتبه بندی اهداف راهبردی مکان یابی

۳) متکی بر سطوح تصمیم گیری و محدودیت های عملیاتی

۴) با استفاده از داده های عینی و مقایسات زوجی عوامل ذهنی

گزینه ۴ صحیح است.

در روش براون جیبسون برای مکان یابی، با استفاده از داده های عینی و مقایسات زوجی عوامل ذهنی، معیار رجحان برای انتخاب محل کارخانه تعیین می شود.

۶- زمان های عملیات ۶ سفارش مطابق جدول زیر می باشد. اگر بخواهیم برنامه ریزی انجام عملیات را به گونه ای انجام دهیم که کمترین تعداد سفارش با تأخیر مواجه شود، حداقل تعداد سفارش ها با تأخیر چند تاست؟

عملیات	زمان فرایند روز	موعد تحویل روز
A	۱۰	۲۰

B	۶	۳۶
C	۱۲	۳۰
D	۱۶	۲۸
E	۲	۱۸
F	۴	۸

۱) صفر ۲) یک ۳) دو ۴) سه

گزینه ۲ صحیح است.

اولویت	عملیات	زمان عملیات	زمان تراکمی	موعد تحویل
۱	F	۴	۴	۸
۲	E	۲	۶	۱۸
۳	A	۱۰	۱۶	۲۰
۴	C	۱۲	۲۸	۳۰
۵	B	۶	۳۴	۳۶
۶	D	۱۶	۵۰	۲۸

در صورتی که عملیات به ترتیب مقابل اولویت بندی شود فقط سفارش D با تأخیر مواجه می شود.

فصل یازدهم

کنترل کیفیت آماری (SQC)

رقابت در دنیای امروز به گونه ای است که سازمان ها، کیفیت را به عنوان شرط لازم کالاها و خدمات خود می دانند. بنابراین کنترل کیفیت امری حیاتی است و با تعیین استانداردها، سنجش موارد و تحت کنترل و یافتن خطاها و اصلاح آن ها، کالاها و خدمات و یا فرآیندهای سازمانی را می توان تحت کنترل قرار داد.

۱-۱۱ گام های اساسی در کنترل فرآیند

۱—تعیین استانداردها

۲- مقایسه ی موارد تحت کنترل با استانداردها

۳- یافتن انحرافات

۴- انجام اقدامات اصلاحی

۱۱-۲ انواع نمودار کنترل

۱۱-۲-۱ متغیرها (مشخصه های کیفی پیوسته)

مشخصاتی که از روش اندازه گیری حاصل می شوند. مانند، وزن برنج، اندازه ی قطر بلبرینگ و ... که در این زمینه از نمودار کنترل $\overline{X}$ و R استفاده می شود.

۱۱-۲-۲ وصفی ها (مشخصه های کیفیتی نسبت ناقص)

مشخصه هایی هستند که به کمک آن ها می توان درصد نقص ها را در کل فرآیند کنترل نمود. مانند، نسبت لامکپ سوخته به لامپ سالم، در این زمینه از نمودارهای p و np استفاده می شود.

۱۱-۲-۳ وصفی ها (مشخصه های کیفی تعداد ناقص)

مشخصه هایی که تعداد نقص در واحد محصول را کنترل می نماید.

در این زمینه از نمودارهای C و U استفاده می شود.

نمودار میانگین یا $\overline{X}$

نمودار $\overline{X}$ یک نمودار کنترل بوده که صحت و درستی فرآیند را با مشاهده ی این که آیا میانگین نمونه های گرفته شده در میان حدود کنترل از پیش تعیین شده قرار می گشرد، ارزیابی می کند. در ادامه با ارئه ی یک مثال مراحل کنترل فرآیند از طریق این نمودار را بررسی می کنیم.

۱۱-۳ روش تاگوچی

بر اساس این روش کیفیت باید در مرحله ی طراحی مورد استفاده قرار گیرد.

چهار اصل فلسفه کیفیت تاگوچی

۱—کیفیت باید در متن محصولات تولیدی گنجانده شود نه اینکه بعد از تولید مورد بازرسی قرار گیرد.

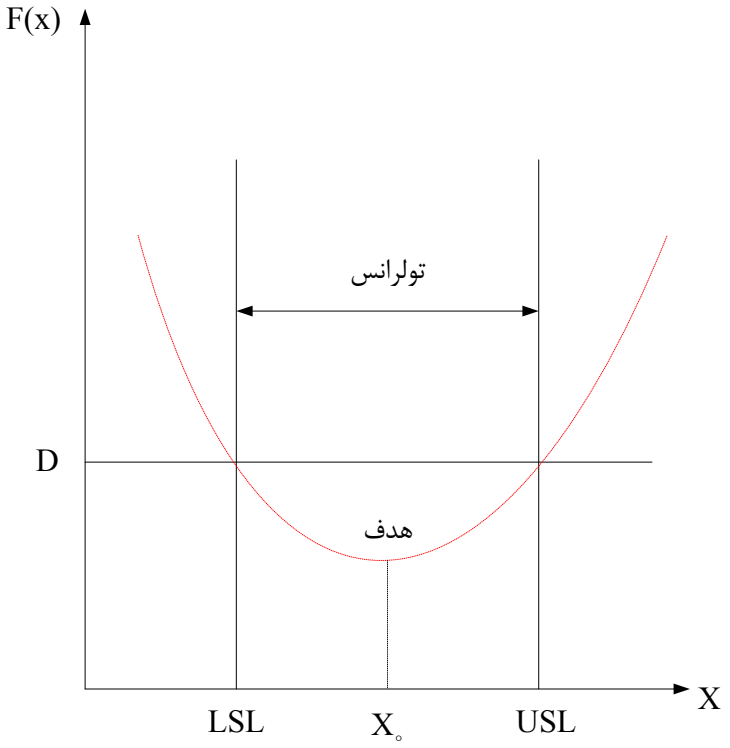
۲- محصولات باید دارای یک طرح قوی باشند.

۳- هزینه ی کیفیت باید به صورت انحراف از استاندارد سنجیده شود.

۴- خسارت ناشی از کیفیت باید در چارچوب سیستم اندازه گیری شود.

تابع زیان کیفیت تاگوچی

تاگوچی معتقد است که قبل از تولید محصول لازم است ابعاد کیفیت کاملاً دقیق باشند. او تشخیص داد که هر تغییری از مقدار اسمی یا هدف باعث هزینه (زیان) برای شرکت خواهد شد.



تابع زیان تاگوچی

تابع زیان تاگوچی رابطه ی بین زیانی که در مجموع شرکت متحمل می شود (به خاطر عیوب کیفی و افزایش آن) را نشان می دهد. به طور کلی زیان زمانی که تغییرات افزایش یابد بیشتر خواهد شد. (به صورت تابع درجه ۲) تابع درجه ۲ به این معنی است که زمانی که انحراف از مقدار هدف دو برابر شد، زیان چهار برابر خواهد شد. برای مثال، اگر انحراف از هدف ۰/۱ و زیان آن ۵دلار باشد، اگر انحراف دو برابر شود، یعنی ۰/۲ ، هزینه یا زیان ۲۵دلار خواهد شد. در واقع انحراف از استاندارد کیفیت باعث افزایش هزینه ی کل خواهد شد.

مدل کلی تابع زیا تاگوچی به صورت زیر است:

تابع زیان $L(x) = K(x - T)$

X: مقدار مشاهده شده مشخصه کیفی

T: مقدار اسمی (هدف مشخصه کیفی)

K: ضریب هزینه که برابر است با:

$$K = \frac{\text{مجموع هزینه ی کیفیت}}{(\text{تولرانس مجاز})^2}$$

مثال: فرض کنیم که شرکت بداند که مشتری ورق های فلزی که انحراف از مقدار اسمی شان بیشتر از ۰/۰۵ سانتی متر در ضخامت باشد را قبول نخواهد کرد. ضخامت اسمی ورق ۰/۵ سانتی متر می باشد. عدم پذیرش مشتری برای شرکت دلار هزینه خواهد داشت. در نتیجه مقدار K برابر است با:

$$K = \frac{۵۰۰۰}{(۰/۰۵)^۲} = ۲۰۰۰۰۰۰$$

اگر ضخامت واقعی ۰/۴۷ باشد، زیان کل برابر است با:

$$L(۰/۴۷) = ۲۰۰۰۰۰۰(۰/۴۷ - ۰/۵)^۲ = ۱۸۰۰$$

اگر ضخامت واقعی ۰/۴۶ باشد، زیان کل برابر است با:

$$L(۰/۴۶) = ۲۰۰۰۰۰۰(۰/۴۶ - ۰/۵)^۲ = ۳۲۰۰$$

۱۱-۴ شش سیگما (۶σ)

شش سیگما گزاره ی نوین مدیریت کیفیت برای رسیدن به خطاهای صفر در سازمان می باشد. (حدوداً ۳/۴ خطا در یک میلیون)

منظور از کاهش خطا در سازمان، کاهش خطا در فرآیندهاست. در واقع محور بررسی و تحلیل ها در شش سیگما، فرآیند می باشد نه افراد. تمرکز سازمان برای کشاندن سطح خطای کامل به سطح شش سیگما با تمرکز بر فرآیند آغاز می شود.

نکته: رویکرد شش سیگما برای شناسایی و حذف خطا در فرآیندها و چرخه ی DMAIC صورت می گیرد. DMAIC مخفف کلمات تعریف (Define)، اندازه گیری (Measure)، تجزیه و تحلیل (Analyze)، بهبود (Improve) و کنترل (Control) می باشد. DMAIC یک رویکرد منسجم و همه جانبه برای بهبود فرآیندهاست.

۱۱-۵ مهندسی ارزش

هدف از مهندسی ارزش، مشخص کردن کارکردهای غیرضروری و یافتن راه های جایگزین، برآورده کردن کارکردها با کمترین هزینه و حداکثر اثربخشی است. مهندسی ارزش یک روش است. این روش برای بهبود سیستم ها، اجزا، امکانات فرآیندها، متدها، نرم افزارها و منابع قابل استفاده است. حتی ممکن است در هر نقطه از چرخه عمر مورد مطالعه قرار گرفته و موجب ایجاد محصول یا خدمتی با کارکرد و کارایی بهتر گردد.

سولات فصل یازدهم

۱- کدام جمله در مورد اصول مدیریت کیفیت جامع صحت ندارد؟

۱) مدیریت عالی باید توانایی اعمال رهبری در پیاده سازی کیفیت را برای خود فراهم کند.

۲) مشکلات کیفیتی با تلاش مدیران حل می شود.

۳) مسئول کیفیت همهٔ اعضای سازمان در همهٔ سطوح هستند.

۴) همواره کیفیت را مشتریان تعریف می کنند.

گزینه ۲ صحیح است.

مشکلات کیفیتی باید با همکاری مدیران و کارکنان حل شود.

۲- کدام یک از نمودارهای کنترل فرایند از توزیع پواسن پیروی می کند؟

الف) نمودار $\overline{X}$ ب) نمودار R ج) نمودار P د) نمودار C هـ) نمودار U

۱) گزینه های الف وب ۲) گزینه های ج و هـ ۳) گزینه د ۴) گزینه ج

گزینه ۳ صحیح است.

نمودار C نمودار تعداد نقص در واحد محصول است. از آنجا که تعداد نقص ها در یک واحد محصول زیاد بوده ولی احتمال آن در واحد محصول کم است. از توزیع پواسن پیروی می کند. نمودارهای کنترل P و U از توزیع دو جمله ای و نمودارهای $\overline{X}$ و R از توزیع نرمال پیروی می کنند.

۳-تولیدکننده ای برای رسم نمودار U تعداد ۵ نمونه به شرح زیر گرفته است. حد پایین نمودار کدام است؟ (Z=۲)

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	جمع
حجم نمونه	۱۲	۹	۱۴	۸	۲۱	۶۴
تعداد عیوب	۱	۱	۳	۱	۳	۹

۱) ۰ ۲) $\frac{3}{64}$ ۳) $\frac{9}{64}$ ۴) $\frac{3}{32}$

گزینه ۲ صحیح است.

$$LCL_U = \overline{U} - 2\sqrt{\frac{\overline{U}}{n}} = \frac{9}{64} - 2\sqrt{\frac{9}{64\times 64}} = \frac{9}{64} - 2\times\frac{3}{8\times 8} = \frac{3}{64}$$

۴- کدام فرمول در رابطه با متوسط کیفیت خروجی(AOQ) صحیح است؟

(در صورتی که ناقص ها با سالم ها جایگزین شوند).

۱) $\frac{n}{N}$ ۲) $Pa(\frac{P(N-n)}{N})$

۳) $Pa(\frac{n}{N})$ ۴) $Pa(\frac{P(N-n)}{N-Pn-P(1-Pa)(N-n)})$

گزینه ۲ صحیح است.

$$AOQ = Pa(\frac{P(N-n)}{N})$$

۵- کدام گزینه در مورد طرح نمونه گیری دو مرحله ای زیر صحیح نیست؟

n_1 =۴۰ و c_1 =۱ و n_2 =۶۰ و c_2 =۳

۱) در مرحله اول ۴۰ نمونه می گیریم، اگر صفر یا یک معیوب داشت، محموله را می پذیریم.
۲) در مرحله اول ۴۰ نمونه می گیریم اگر ۴ معیوب داشت، محموله را رد می کنیم.
۳) اگر در مرحلهٔ اول ۲ معیوب داشتیم، ۶۰ نمونه دیگر می گیریم اگر از ۶۰ نمونه دوم ۲ معیوب دیگر داشتیم، محموله را می پذیریم.
۴) اگر در مرحله اول دو معیوب داشتیم، ۶۰ نمونه دیگر می گیریم اگر از ۶۰ نمونه دوم ۲ معیوب دیگر داشتیم محموله را رد می کنیم.
گزینه ۴ صحیح است.

در این طرح ابتدا ۴۰ نمونه می گیریم، اگر صفر یا یک معیوب داشتیم، محموله را می پذیریم. اگر بیش از ۳ معیوب داشتیم محموله را رد می کنیم. در غیر این صورت، ۶۰ نمونه دیگر می گیریم، اگر مجموع معیوب دو مرحله ۳ واحد یا کمتر بود، محموله را می پذیریم، اگر مجموع معیوب ها بیش از ۳ بود، محموله را رد می کنیم.

۶- اگر متوسط تعداد نقص ها برابر ۹ باشد، حد پایین و بالای کنترل نمودار چقدر خواهد بود؟

۱) ۰ و ۱۸ ۲) ۲ و ۱۴ ۳) ۰ و ۲۴ ۴) ۴ و ۲۸

گزینه ۱ صحیح است.

$$UCL_C = C + 3\sqrt{C} = 9 + 3\sqrt{9} = 18$$

$$LCL_C = C - 3\sqrt{C} = 9 - 3\sqrt{9} = 0$$

فصل دوازدهم

نگهداری و تعمیرات (نت) و قابلیت اطمینان

هدف از نگهداری، حفظ توانایی سیستم می باشد در حالی که بتوانیم هزینه ها را کنترل نماییم. سیستم ها باید طوری طراحی و نگهداری شوند تا به عملکرد مورد انتظار و استانداردهای کیفی برسند.

نگهداری شامل کلیه ی فعالیت هایی است که برای نگه داشتن تجهیزات یک سیستم به صورت عملیاتی لازم است. به عبارت دیگر، هدف از خط مشی نگهداری، نگه داشتن یک سیستم تولید در شرایط بهینه ی عملیاتی است، به طوری که هزینه ها به حداقل برسند.

۱-۱۲ طبقه بندی نگهداری

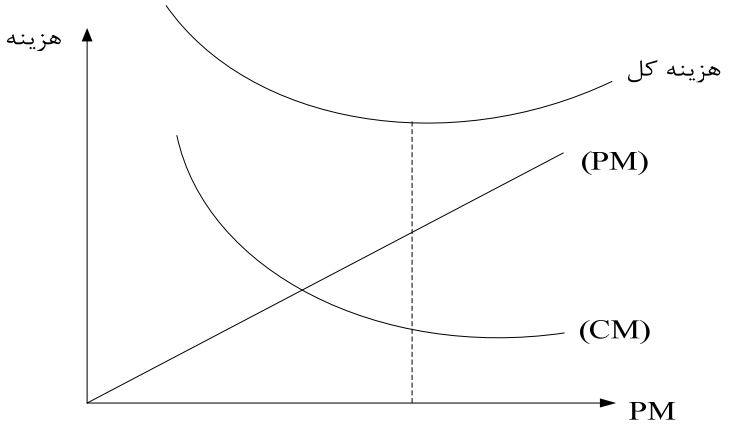
نگهداری را به دو طبقه ی پیشگیرانه و اصلاحی تقسیم می کنند. نگهداری پیشگیرانه شامل انجام بازرسی های تکراری و انجام سرویس های لازم و نگه داشتن تسهیلات در شرایط خوب کاری است. به عبارت دیگر، فعالیت هایی که برای جلوگیری از بروز نقص در تجهیزات انجام می گیردتعمیرات پیشگیرانه یا PM نامیده می شود.

در صورتی که دستگاه یا تجهیزات مورد نظر از وضعیت عملیاتی خارج شود و نیاز به تعمیرات داشته باشد، این تعمیرات را تعمیرات اصلاحی یا CM می نامند.

۲-۱۲ هزینه های نگهداری

مدیر عملیاتی باید بین هزینه های نگهداری پیشگیرانه (PM) و تعمیرات اصلاحی (CM) تعادل ایجاد نماید.

در شکل زیر ارتباط بین هزینه های PM و CM نشان داده می شود.



- ✓ **نکته**: هرچقدر هزینه های PM را افزایش دهیم هزینه های CM کاهش می یابد و بالعکس.
- ✓ **نکته**: هزینه ی کل شامل هزینه ی PM، CM و هزینه ی زمان خرابی سیستم می باشد.

۳-۱۲ قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان عبارت است از احتمال اینکه یک سیستم یا محصول به صورت رضایت بخش، طی یک دوره ی زمانی تعیین شده و تحت شرایط تعریف شده کار کند.

احتمال کارکرد سیستم طی زمان مورد نظر را قابلیت اطمینان می گویند که به صورت زیر محاسبه می شود:

$$R = e^{-\lambda t}$$

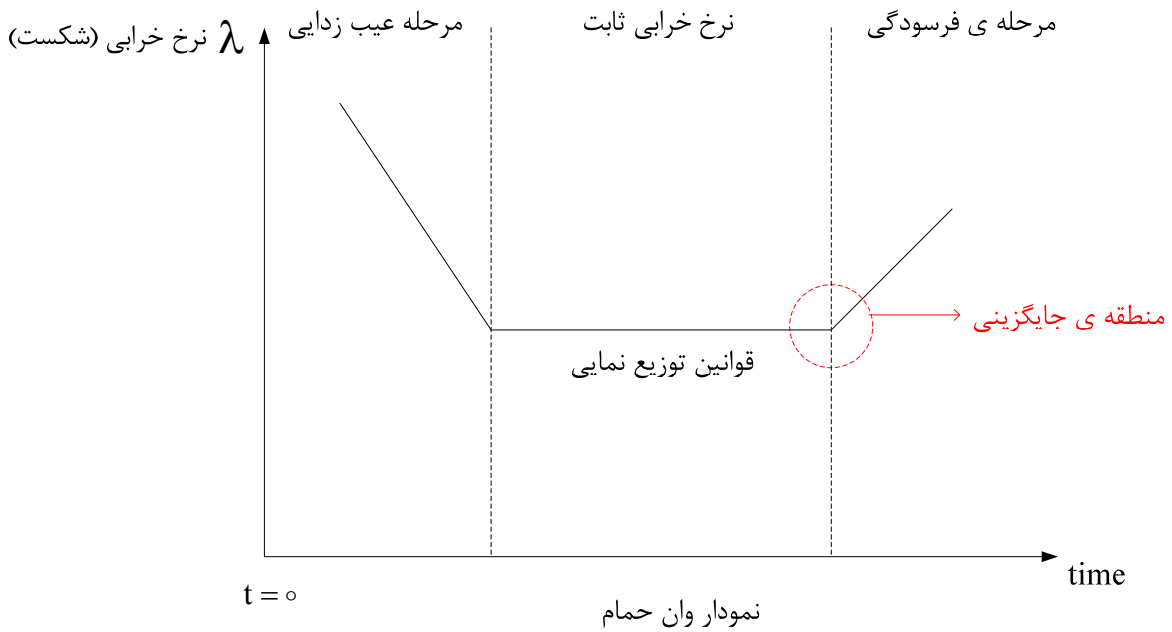
R: قابلیت اطمینان

e: عدد نِپِر

λ: نرخ خرابی یا شکست

t: زمان عملیات بر حسب ساعت

معمولاً قابلیت اطمینان را بر حسب توزیع نمایی نشان می دهند. (شکل زیر)



نمودار وان حمام

این نمودار از قسمت های مختلفی تشکیل شده است. قسمت افقی نمودار که نرخ خرابی ثابت است برای محاسبه ی قابلیت اطمینان به کار می رود.

در انتهای عمر محصول تعداد خرابی ها رو به افزایش می رود. در انتهای مرحله ی ثابت بودن خرابی ها و زمانی که خرابی ها شروع به افزایش می کند، مرحله ی جایگزینی است. مرحله ی جایگزینی مرحله ایست که هزینه های نگهداری و عملیات بیشتر از درآمد کسب شده به وسیله ی محصول یا دارایی می باشد. برای محاسبه ی λ نرخ خرابی می بایست میانگین زمان کارکرد بین خرابی ها (MTBF) را محاسبه نمود.

$$\lambda = \frac{۱}{\text{MTBF}}$$

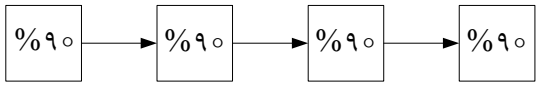
مثال: در خط تولید کارخانه ای ۴ماشین به صورت سری با همدیگر کار می کنند که نرخ خرابی هر یک ۰/۰۰۰۱، ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۰۳ می باشد. MTBF سیستم را به دست آورید.

حل:

$$\lambda_s = ۰/۰۰۳ + ۰/۰۵ + ۰/۰۱ + ۰/۰۰۰۱ = ۰/۰۶۳۱$$

$$MTBF = \frac{۱}{۰/۰۶۳۱} = ۱۶$$

مثال: خط تولید در یک کارخانه طبق شکل زیر، توسط ۴ماشین A، B، C و D به قابلیت اطمینان مشخص می باشد. اگر انتقال مواد بین دستگاه ها به وسیله ی ۳نقاله صورت بگیرد که قابلیت اطمینان آن ۹۰درصد است، احتمال اینکه خط تولید ساده به علت خراب شدن متوقف شود چقدر است؟



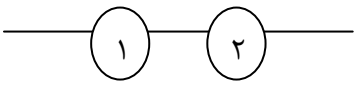
حل: ابتدا قابلیت اطمینان خط تولید را محاسبه می کنیم که با کسر کردن آن از ۱ احتمال خرابی سیستم به دست می آید.

$$R_s = (۰/۹ \times ۰/۹ \times ۰/۹ \times ۰/۹) \times (۰/۹ \times ۰/۹ \times ۰/۹) = ۰/۴۷۸$$

$$\text{احتمال خرابی} = ۱ - ۰/۴۷۸ = ۰/۵۲۲$$

سوالات فصل دوازدهم

۱- سرعت خرابی دو سیستم زیر به طور متوسط به ترتیب برابر با ۱۰ و ۱۲ روز است. کدام عبارت صحیح است؟



۱) قابلیت اطمینان کل سیستم بیشتر از قابلیت اطمینان تک تک اجزاء است.
۲) طول عمر متوسط سیستم کمتر از ۱۰ روز است.
۳) طول عمر متوسط سیستم بین ۱۰ و ۱۲ روز است.
۴) طول عمر متوسط بیشتر از ۱۲ روز است.

گزینه ۲ صحیح است.

در سیستم های سری قابلیت اطمینان کل سیستم، کمتر از قابلیت امینان تک تک اجزا است. در نتیجه طول عمر متوسط سیستم نیز کمتر از تک تک اجزا است.

۲- کدام گزینه در مورد قابلیت اطمینان یک سیستم موازی صحیح است؟

۱) قابلیت اطمینان سیستم کمتر از تک تک اجزا است.

۲) قابلیت اطمینان سیستم بیشتر از تک تک اجزا است.

۳) قابلیت اطمینان سیستم مستقل از تک تک اجزا است.

۴) سرعت خرابی سیستم بیشتر از تک تک اجزا است.

گزینه ۲ صحیح است.

✓ در یک سیستم موازی، قابلیت اطمینان سیستم بیشتر از تک تک اجزا است و سرعت خرابی سیستم کمتر از تک تک اجزا است.

۳-در صورتی که توزیع عمر یک ماشین از توزیع نمایی با متوسط عمر ۵۰ روز پیروی کند، و این ماشین بعد از ۳۰ روز از آخرین تعمیر هنوز سالم کار کند، سرعت خرابی لحظه ای در این لحظه چند است؟

۱) ۰/۰۵ ۲) ۰/۰۲

۳) با اطلاعات موجود نمی توان جواب داد. ۴) سرعت خرابی لحظه ای متغیر است.

گزینه ۱ صحیح است.

در صورتی که تابع توزیع عمر یک دستگاه نمایی منفی باشد، سرعت آنی خرابی آن ثابت است

فصل سیزدهم

تئوری صف

در برخی سازمان ها ورود مشتری ها به صورت تصادفی انجام می پذیرد. برای مثال، مراجعه مشتریان به فروشگاه، تئاتر و دفاتر پستی تصادفی می باشد. برخی ا.قات مشتری به طور فیزیکی حضور ندارد بلکه سفارشات مشتریان در انتظار انجام خدمات می مانند. مانند تجهیزاتی که در انتظار تعمیر با مدارکی که در انتظار بررسی هستند. بنابراین، تئوری صف، یئک نگرش کمی در تجزیه و تحلیل صف و میزان انتظار مشتریان است.

۱-۱۳ تفاوت بین صف و سیستم

منظور از صف، تعداد سفارشات یا مشتریانی است که منتظر دریافت خدمت هستند. اما منظور از سیستم نه تنها تعداد سفارشات یا مشتریانی است که منتظر دریافت خدمات هستند، بلکه تعداد سفارشات یا مشتریانی که در حال دریافت خدمت هستند را نیز شامل می شود.

نکته: هدف از بکارگیری تئوری صف حداقل نمودن مجموع هزینه های انتظار مشتریان و ظرفیت خدمت دهی است.

الف) هزینه ی ظرفیت خدمت دهی:

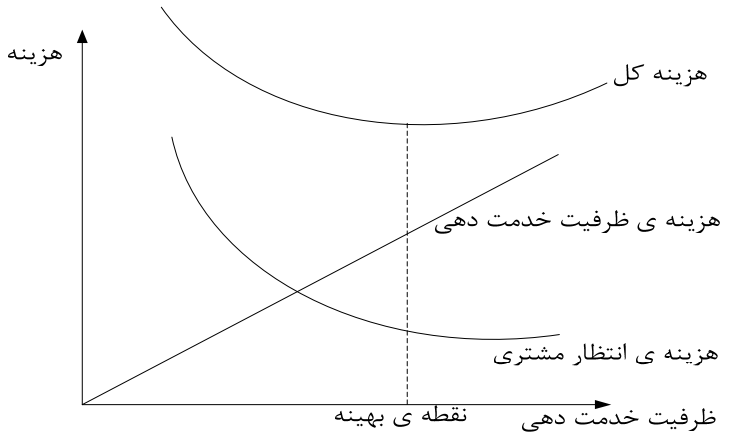
هزینه ی مربوط به فراهم کردن امکانات خدمت دهی و حفظ و نگهداری آن ها را هزینه ی ظرفیت خدمت دهی می گویند. مانند افزایش باجه های صندوق در بانک ها و فروشگاه ها.

✓ **نکته**: زمانی که خدمت دهنده بیکار باشد، ظرفیت خدمت دهی به هدر می رود.

ب) هزینه ی انتظار مشتریان:

هزینه ی مروط به فضا یا زمان تخصیص یافته برای انتظار مشتریان را هزینه ی انتظار مشتریان گویند.

این هزینه ها شامل: هزینه ی مربوط به فضای تخصیص یافته به اتاقانتظار مشتریان و یا هزینه ی انتظار کارکنان برای انجام کار و با انتظار تعمیرکار برای دریافت قطعات یدکی و ... می باشد.



شکل ۱-۱۳ هزینه ی انتظار مشتری و هزینه ی ظرفیت خدمت دهی

۱۳-۲ خصوصیات سیستم

۱—محدود یا نامحدود بودن جمعیت

۲- تعداد خدمت دهنده و تعداد مسیرهای خدمت دهی

۳- الگوی ورود مشتریان و خدمت دهی

۴- نظام حاکم ارائه ی خدمت

۱-۲-۱۳ نحوه ی ارزیابی عملکرد سیستم

❖ پارامترهایی که برای ارزیابی عملکرد سیستم به کار گرفته می شوند:

❖ متوسط تعداد مشتریان در سیستم یا صف

- ❖ متوسط زمان انتظار مشتری در سیستم یا صف
- ❖ کارایی سیستم یا درصدی از ظرفیت که مورد استفاده قرار گرفته است.
- ❖ احتمال اینکه هیچ مشتری در سیستم نباشد یا احتمال اینکه چند مشتری در سیستم باشد.

خلاصه پارامترهای مربوط به ارزیابی عملکرد سیستم

علائم	مشخصات	علائم	مشخصات
λ	متوسط نرخ ورود مشتریان	ρ	راندمان سیستم
μ	متوسط زمان خدمت دهی	$P_{\circ}$	احتمال اینکه در سیستم مشتری نباشد
L_s	متوسط تعداد مشتریان در سیستم	P_n	احتمال اینکه در سیستم مشتری باشد
L_q	متوسط تعداد مشتریان در صف	M	تعداد مسیرهای خدمت دهی
W_s	متوسط زمان انتظار مشتری در سیستم	$\frac{۱}{M}$	مدت زمان خدمت دهی
W_q	متوسط زمان انتظار مشتری در صف	L_{max}	تعداد روز و انتظار در صف

۱۳-۳ مدل های صف

این مدل ها را می توان بر اساس نرخ ورود مشتریان و زمان خدمت دهی، به دسته های زیر تقسیم کرد:

۱-۳-۱۳ نرخ ورود مشتریان بر اساس تابع توزیع، مدت زمان خدمت دهی بر اساس تابع توزیع نمایی با یک مسیر خدمت دهی

این مدل ساده ترین مدل تئوری صف است.

فرضیات این مدل عبارتند از:

۱—نرخ ورود مشتریان بر اساس توزیع پواسن با میانگین λ

۲- مدت زمان خدمت دهی بر اساس تابع توزیع نمایی با میانگین μ

۳- طول صف نامحدود

۴- جمعیت نامحدود

نحوه ی محاسبه ی پارامترهای ارزیابی عملکرد این مدل عبارتست از:

متوسط تعداد مشتریان در سیستم	$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$
متوسط تعداد مشتریان در صف	$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$
متوسط زمان انتظار مشتری در صف	$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{L_q}{\lambda}$
متوسط زمان انتظار مشتری در سیستم	$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{L_s}{\lambda} = W_q + \frac{1}{\mu}$
راندمان سیستم	$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$
احتمال اینکه در سیستم مشتری نباشد	$P_0 = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)$
احتمال اینکه n مشتری باشد	$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)$
احتمال بیکار بودن خدمت دهنده و دریافت خدمت آنی مشتری	$I = 1 - \rho$

مثال: در فروشگاه محیار یک صندوقدار خدمت ارائه می کند. نرخ ورود مشتریان بر اساس تابع توزیع پواسن و به طور متوسط ۱۲نفر در ساعت است و متوسط زمان خدمت دهی ۴دقیقه یا ۱۵مشتری در ساعت است. مدیر فروشگاه مایل است بداند که وضعیت صف در این فروشگاه چگونه است؟

حل:

متوسط زمان خدمت دهی ۴دقیقه یا $\mu = 15$ ، متوسط تعداد مشتری در سیستم $\lambda = 12$.

به طور متوسط ۴مشتری در سیستم وجود دارد $L_s = \frac{\lambda}{\mu-\lambda} = \frac{۱۲}{۱۵-۱۲} = ۴$

$L_q = \frac{\lambda^۲}{\mu(\mu-\lambda)} = \frac{۱۲^۲}{۱۵(۱۵-۱۲)} = ۳/۲$

$W_s = \frac{۱}{\mu-\lambda} = \frac{۱}{۱۵-۱۲} = ۰/۳۳$

$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)} = \frac{۱}{۱۵(۱۵-۱۲)} = ۰/۲۶$ ساعت = ۱۶ دقیقه

$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{۱۲}{۱۵} = ۸۰\%$

$P_۰ = \left(۱-\frac{\lambda}{\mu}\right) = \left(۱-\frac{۱۲}{۱۵}\right) = ۲۰\%$

$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \left(۱-\frac{\lambda}{\mu}\right) = \left(\frac{۱۲}{۱۵}\right)\left(۱-\frac{۱۲}{۱۵}\right) = ۱۶\%$

$I = ۱-\rho = ۱-۰/۸ = ۰/۲$

سوالات فصل سیزدهم

۱-اگر $\lambda = 18$ نفر در ساعت با توزیع پواسن باشد، و نرخ خدمت دهی برابر با ۲۴ نفر در ساعت با توزیع نمایی باشد متوسط زمان انتظار مشتری در سیستم چقدر است؟

۱) ۱۰ دقیقه ۲) ۵ دقیقه ۳) ۱ دقیقه ۴) دو دقیقه

گزینه ۱ صحیح است.

$W = \frac{1}{\mu-\lambda} = \frac{1}{24-18} = \frac{1}{6}$ ساعت = ۱۰ دقیقه

۲- در کارواشی نرخ خدمت دهی ثابت و برابر ۵ دقیقه است. نرخ ورود ماشین با توزیع پواسن و برابر با ۸ ماشین در ساعت است. میانگین تعداد اتومبیل در صف چند تاست؟

۱) ۰/۶۶ ۲) ۱/۵ ۳) ۱/۲۳ ۴) ۴

گزینه ۱ صحیح است.

هنگامی که نرخ خدمت دهی ثابت است طول صف برابر $\frac{1}{2}$ برابر وقتی است

$$L_a = \frac{\lambda^2}{2\mu(\mu-\lambda)}$$

که نرخ خدمت دهی نمایی منفی است.

$$L_a = \frac{8^2}{2\times 12\times(12-8)} = 0/66$$

فصل چهاردهم

مدیریت موجودی[1]

سازمان ها برای تولید کالا و ارائه ی خدمت، به مواد اولیه و قطعات نیاز دارند و از عرضه کنندگان آن تأمین می نمایند. هدف اصلی از مدیریت مواد اولیه و قطعات مورد نیاز، این است که: اولاً در هنگام نیاز، کالا و قطعات دمورد نظر موجود باشد و ثانیاً مقدرا کالا و قطعات به اندازه ی «مناسب» باشد. یعنی نه به میزان زیاد که هزینه ی انبار داغری فوق العاده ای را بر سازمان تحمیل نماید و فضای دیگر کالاها را اشغال نماید و نه آنقدر کم باشد که خط تولید متوقف شود. به عبارت دیگر، منافع ناشی از دارا بودن موجودی بیشتر از هزینه های کمبود آن باشد.

منظور از موجودی تنها مواد اولیه و قطعات نیست، بلکه موجودی به مواد اولیه و قطعات، کالاهای نیمه ساخته، ماشین آلات، ابزار آلات تولیدی، لوازم تعمیرات آن ها و کالای ساخته شده اطلاق می گردد.

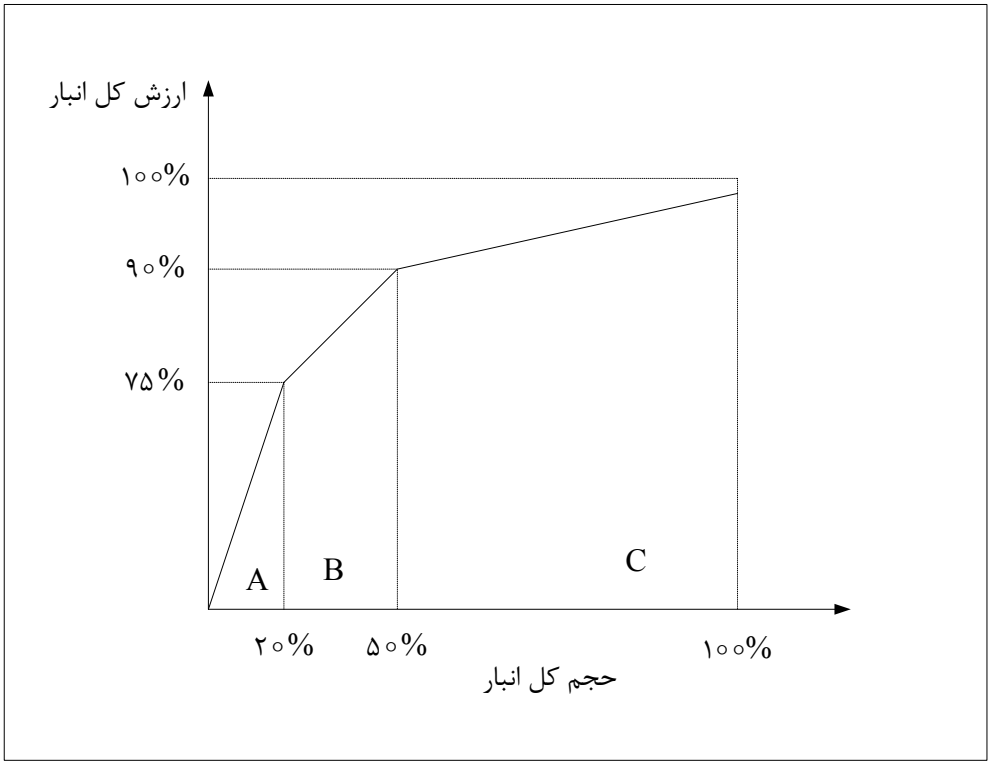
در سیستم های نوین تولید، سازمان ها به دنبال کاهش میزان موجودی و نگهداری آن در حداقل ممکن هستند. به گونه ای که مواد اولیه هنگام نیاز، وارد سیستم شده و کالای تکمیل شده برای مشتری ارسال گردد. البته حذف کامل انبار و دارا بودن مواد اولیه در هنگام نیاز و به طور مطلق امکان ندارد. بنابراین سازمان ها با بکارگیری مدیریت زنجیره ی عرضه و ایجاد روابط بلندمدت با مشتریان و تهیه کنندگان مواد اولیه و هماهنگی زیاد، به میزان چشمگیری موفق به کاهش آن ها شده اند. اما هنوز بسیاری از سازمان ها، مطابق سیستم سنتی تولید انبوه فعالیت می کنند و ناگزیر از دارا بودن انبار و کنترل موجودی ها و برنامه ریزی برای تهیه ی آن ها هستند.

1. Inventory Management

با توجه به موارد مطروحه می توان بیان نمود که مدیریت موجودی مستلزم شناخت انواع موجودی، هزینه ها و منفعت آن هاست تا بتوان مطابق اهداف تعریف شده، میزان موجودی را برنامه ریزی و کنترل نمود.

۱-۱۴دسته بندی کالاها بر اساس ABC

برای برنامه ریزی موجودی ها لازم است کالاها بر اساس میزان ارزش و حجم دسته بندی گردد. به طور کلی کالاها را می توان به سه دسته ی A، B و C تقسیم کرد. بررسی ها نشان داده است که معمولاً ۲۰ درصد اقلام موجودی، ۸۰–۷۰ درصد ارزش کل موجودی ها را تشکیل می دهند. این دسته کالاها را «دسته ی A» نامیده اند. دسته ی دوم کالاهایی هستند که در حدود ۳۰ درصد اقلام موجودی انبار را در بر گرفته و از نظر ارزش فقط ۱۵درصد ارزش کل موجودی ها را به خود اختصاص می دهند. این دسته کالاها را «دسته ی B» گویند و دسته ی سوم ۶۰–۵۰ درصد اقلام انبار را تشکیل داده و ۱۰–۵ درصد ارزش کل موجودی ها را به خود اختصاص داده است و «دسته ی C» نام دارد. بیشترین توجه مدیریت مواد باید ابتدا به دسته ی A معطوف باشد و طبقات بعدی از اولویت کمتری برخوردار هستند، به دلیل ان که عدم کنترل دقیق و صحیح اقلام دسته ی A، هزینه ی گزافی به دنبال خواهد داشت.



شکل (۱-۱۴) نمودار دسته بندی بر اساس ABC

۲-۱۴تجزیه وتحلیل هزینه – منفعت

اصولاً ایجاد و بقا سازمان ها باید بر اساس تجزیه و تحلیل هزینه-منفعت انجام شود. بدین معنی که پدیدآورندگان سازمان باید ارزش فعلی کلیه ی منافع حاصله از فعالیت های سازمان در طول زمان فعالیت های سازمان را بیش از مجموع هزینه های ان بدانند تا اقدان به ایجاد سازمان

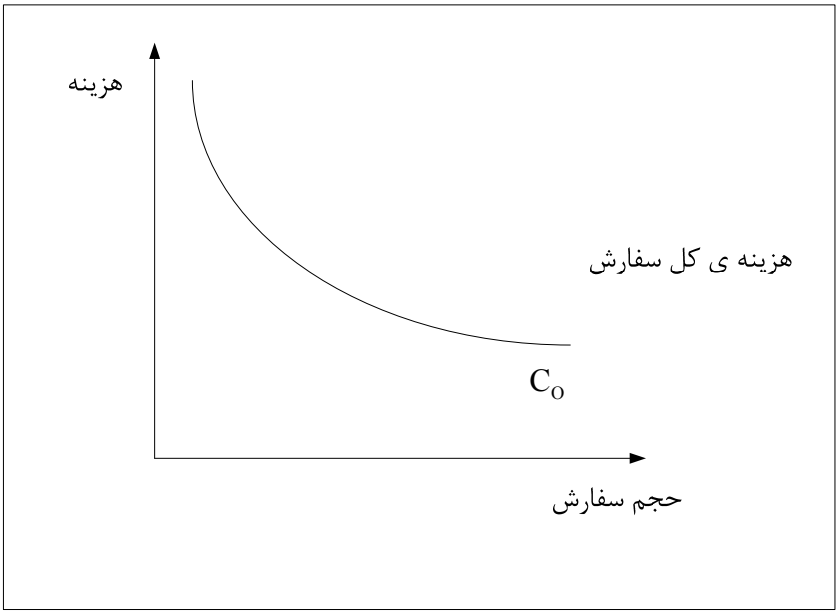
نمایند و برای ادامه ی حیات آن تلاش کنند. هر چه میزان منافع بیشتر باشد صاحبان سازمان انگیزه ی بیشتری برای فعالیت دارند. منظور از هزینه ها، فقط هزینه ی مدیریت موجودی نیست و کل هزینه های سازمان است. بنابراین برای افزایش حاصل (هزینه ها- منافع) باید هزینه ی موجودی ها مورد مطالعه قرار گیرد و میزان سفارش و حداقلی که باید نگهداری گردد، تعیین شود و علاه بر آن، هزینه های دیگر در سایر بخش ها نیز مورد بررسی قرار گیرد و در حداقل نگهداشته شود. در نهایت اگر منافع حاصل از فعالیت سازمان، در طول زمان حیاتش، بیش از هزینه های آن باشد، سازمان باید ایجاد شود و به بقای خود ادامه دهد وگرنه عدم فعالیت آن، موجب جلوگیری از زیان است و صاحبان سازمان منفعت بیشتری به دست خواهند آورد.

۳-۱۴انواع هزینه ها در مدیریت موجودی

از یک دیدگاه کلی در مدیریت موجودی، هزینه ها به سه دسته به شرح زیر تقسیم می شوند:

هزینه های سفارش[۱] C_o

به کلیه ی هزینه هایی که از زمان درخواست کالا تا دریافت آن ایجاد می شود، «هزینه ی سفارش» گویند. تغییرات آن بر اساس میزان سفارش، مطابق شکل (۲-۱۴) است. هر چه میزان سفارش بیشتر شود، هزینه ی کل سفارش کمتر می شود. هزینه های تهیه ی فرم درخواست خرید، ارسال فرم به فروشنده، هزینه ی حمل کالا، حمل و نقل تا دریافت کالا، عوارض گمرکی و سایر هزینه هایی که سازمان برای سفارش و دریافت کالا از فروشنده، در هر بار سفارش متحمل می شود، از جمله هزینه های سفارش است. البته این هزینه ها در بر دارنده ی هزینه های ثابت و متغیر است. در کنترل موجودی، فقط هزینه های متغیر مورد نظر است.



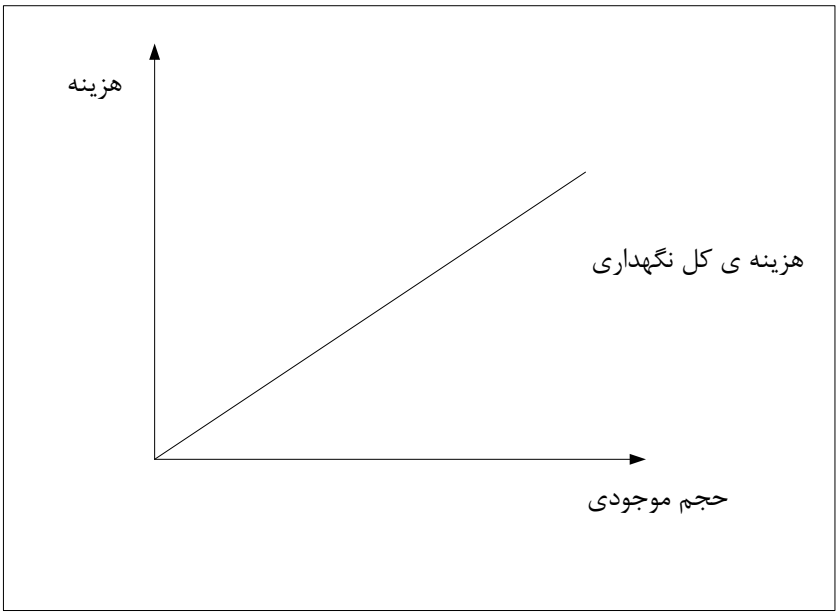
شکل (۲-۱۴) نمودار هزینه ی کل سفارش

هزینه ی نگهداری[۲] C_h

1. Cost of Order

1. Cost of Holding

هزینه های نگهداری کالا در انبار «هزینه های نگهداری» نامیده شده است. منظور از آن، هزینه های عملیاتی انبار، کنترل، جابجا نمودن کالا در انبار، مفقود شدن کالا در انبار، از مد افتادن کالای موجود در انبار، بیمه ی انبار و مهمتر از همه، هزینه ی انباشته شدن سرمایه به صورت کالا در انبار و بلوکه شدن آن که به عنوان هزینه ی فرصت از دست رفته ی سرمایه ی در انبار محسوب می شود. این هزینه ها نیز به صورت ثابت و متغیر هستند که در منترل موجودی فقط هزینه های متغر مد نظر است. (هر چه میزان موجودی افزایش یابد، به همان نسبت هزینه ی نگهداری نیز افزایش می یابد)



شکل (۳-۱۴) نمودار هزینه ی کل نگهداری

هزینه ی کمبود (CS) [1]

هزینه هایی که به علت نداشتن کالا و مواد، در رمان مورد نیاز آن ها، حاصل شود، «هزینه های کمبود » می باشند. هزینه ی از دست دادن مشتری، عدم تحقق سود حاصل از فروش کالاهایی که به علت کمبود موجودی، تولید نگردیده و از دست دادن اعتبار در بازار، مثال هایی در این زمینه هستند. محاسبه ی هزینه ی کمبود، به علت وسعت ابعاد آن، نسبت به سایر هزینه ها پیچیده تر است.

شرایط تصمیم گیری در کنترل موجودی

معمولاً تصمیم گیری در یکی از سه شرایط زیر می تواند تحقق یابد:

۱—شرایط اطمینان کامل: شرایطی که در آن افراد نسبت به اتفاقاتی که خواهد افتاد، آگاه هستند و اطلاعات مربوط به آن ها را داشته و از روابط آن ها نیز آگاهی داشته باشند.

۲- شرایط ریسک: شرایطی که اطلاعات واقعی درباره ی آینده وجود دارد ولی ناقص است و با مدل های احتمالی امید ریاضی حالات مختلف آن قابل محاسبه است. به عبارت دیگر، در این شرایط احتمال وقوع حالات مختلف در دست است.

2. Cost of Shortage

۳- شرایط عدم اطمینان: در شرایط عدم اطمینان، افراد اطلاعت کافی از آینده نداشته و همچنین به اطلاعات موجود خود نیز چندان اعتماد ندارند و روابط بین متغیرها در آینده را نمی توانند محاسبه کنند و احتمال ایجاد تغییرات ناشناخته ای در آینده وجود دارد. مانند وضعیتیت که سازمان تصمیم به توسعه فعالیت خود در کشور دیگر نماید که درباره ی فرهنگ، قانون و سیاست های اقتصادی آن اطلاعات کمی در دست است.

در این فصل مدل های کنترل موجودی در شرایط تصمیم گیری به شرح زیر مطرح می گردد:

۱)) مدل های تحت شرایط اطمینان کامل

۲) مدل های تحت شرایط ریسک

۱) مدل های کنترل موجودی تحت شرایط اطمینان کامل

مدل های کنترل موجودی تحت شرایط اطمینان کامل به شرح زیر می باشند:

۱-۱)) مدل میزان اقتصادی سفارش[1] (EOQ)

۱-۲) مدل فاصله ی ثابت بین دو سفارش[2]

۱-۳) مدل تخفیف در خرید کلی[3]

۱-۴) مدل دریافت تدریجی کالا (میزان اقتصادی تولید)[4] POQ

۱-۱)) مدل میزان اقتصادی سفارش (EOQ) یا مدل میزان سفارش ثابت

این مدل تحت شرایط اطمینان کامل است و فرضیات مدل به شرح زیر است:

۱)) برای هز محصول و کالا باید به طور مستقل میزان اقتصادی سفارش یا EOQ محاسبه شود.

۲) تقاضای سالیانه کاملاً مشخص است.

۳) نرخ فروش یا مصرف کالا در طول سال به صورت یکنواخت و ثابت است.

۴) هر سفارش به صورت یکجا تحویل داده می شود.

۵) قیمت ثابت است و هیچ تخفیفی در خرید عمده وجود ندارد.

به طور کلی هزینه ی کل انبارداری از حاصل جمع هزینه ی سفارش و هزینه ی کل نگهداری به دست می آید.

1. Economic Order Quantity or Fixed Order Quantity

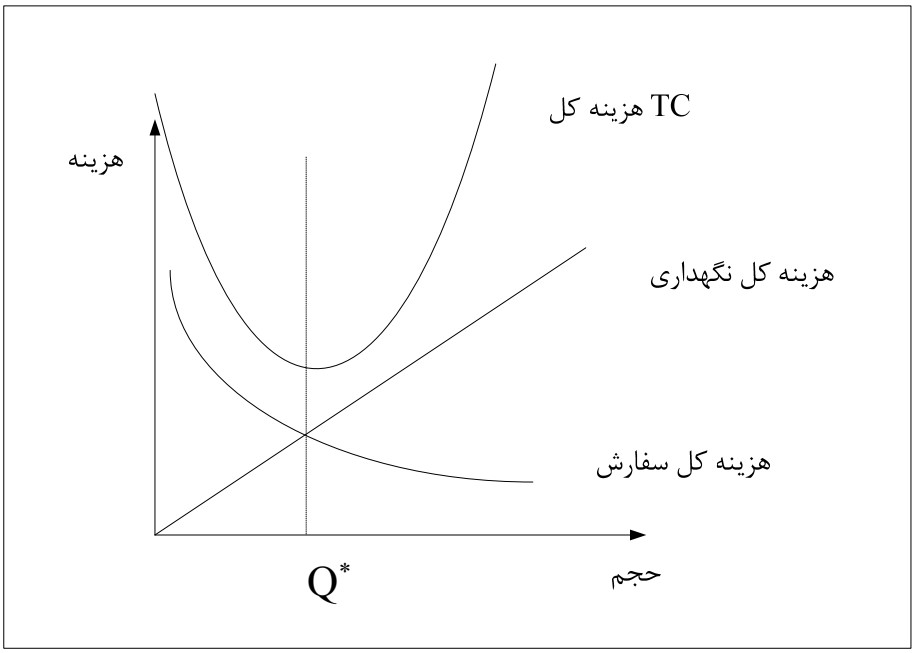
2. Fixed Interval Order

3. Quantity DEiscount Model

4. Production Order Quantity

هزینه ی کل انبارداری = هزینه ی کل سفارش + هزینه ی کل نگهداری

رابطه ی (۱-۱۴)



شکل (۴-۱۴) نمودار هزینه ی کل

ملاحظه می شود که در نقطه ی Q^* میزان هزینه ی کل سفارش و هزینه ی کل نگهداری با هم برابر است و هزینه ی کل در حداقل است. این نقطه «میزان اقتصادی سفارش» نام دارد. چنانچه طبق آن، میزان موجودی مورد نیاز سفارش داده شود، حاصل جمع هزینه های کل سفارش و نگهداری یا هزینه ی کل انبارداری حداقل می گردد.

که هزینه ی کل سفارش عبارت است از:

$$\text{هزینه کل سفارش} = \frac{D}{Q}C_o$$

رابطه ی (۲-۱۴)

D: تقاضای سالیانه

Q: میزان سفارش

C_o: هزینه ی هر بار سفارش

و هزینه ی کل نگهداری عبارت است از:

رابطه ی (۳-۱۴) هزینه کل نگهداری $= \frac{Q}{۲} C_h$

Q: میزان سفارش

C_h: هزینه ی نگهداری هر واحد کالا

منظور از $\frac{Q}{۲}$، متوسط موجودی در سال است و حاصل ضرب متوسط موجودی در سال با هزینه ی نگهداری هر واحد کالا در سال، هزینه ی کل نگهداری در سال را به دست می دهد.

بنابراین هزینه ی کل انبارداری عبارت است از:

رابطه ی (۴-۱۴) $$TC = \frac{D}{Q} C_o + \frac{Q}{۲} C_h$$

برای یافتن حداقل هزینه ی کل باید از رابطه ی فوق نسبت به Q مشتق گرفته و مساوی صفر قرار داده می شود.

رابطه ی (۵-۱۴) $$\frac{\delta TC}{\delta Q} = EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{۲DC_o}{C_h}}$$

میزان اقتصادی سفارش $Q^* = EOQ$

و هزینه ی کل بهینه ی انبارداری عبارت است از:

رابطه ی (۶-۱۴) $$TC^* = \frac{DC_o}{Q^*} + \frac{Q^*}{۲} C_h$$

مثال (۱-۱۴): اگر تقاضای سالانه ی محصولی ۷۲۰۰۰ واحد باشد و هزینه ی هر بار سفارش ۶۴۰۰ ریال و هزینه ی سالانه ی نگهداری هر واحد ۱۰۰ ریال باشد، مطلوبست: محاسبه ی میزان اقتصادی سفارش و هزینه ی کل انبارداری بهینه.

حل:

میزان اقتصادی سفارش $$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{۲DC_o}{C_h}} = \sqrt{\frac{۲ \times ۷۲۰۰ \times ۶۴۰۰}{۱۰۰}} \approx ۳۰۳۶$$

هزینه ی کل بهینه ی انبارداری $$TC^* = \frac{DC_o}{Q^*} + \frac{Q^*}{۲} C_h$$

$$TC^* = \frac{۷۲۰۰۰ \times ۶۴۰۰}{۳۰۳۶} + \frac{۳۰۳۶}{۲} \times ۱۰۰ = ۳۰۳۵۷۸/۶$$

مثال (۲-۱۴): با توجه به اطلاعات مثال (۱-۱۲) و در نظر گرفتن ۳۶۰ روز کاری در سال، تعداد دفعات سفارش در سال، فاصله ی زمانی بین دو سفارش، متوسط موجودی و حداکثر موجودی را حساب کنید.

حل: تعداد دفعات سفارش

$$\frac{D}{Q^*} = \frac{۷۲۰۰۰}{۳۰۳۶} = ۲۳/۷ \square ۲۴$$

به طور تقریبی تعداد دفعات سفارش در طول سال ۲۴بار است.

فاصله زمانی بین دو سفارش = تعداد دفعات سفارش / تعداد روز های کاری در سال

$$\frac{۳۶۰}{۲۴} = ۱۵ \quad \text{روز}$$

هر ۱۵روز یک بار باید سفارش داده شود.

$$\frac{Q^*}{۲} = \frac{۳۰۳۶}{۲} = ۱۵۱۸ \quad \text{متوسط موجودی}$$

در طول سال به طور متوسط ۱۵۱۸واحد کالا در انبار موجود است.

چون در هر بار سفارش به اندازه ی Q^* کالا در یافت می شود و مصرف ثابت و یکنواخت است، بنابراین حداکثر موجودی در انبار به اندازه ی Q^* است.

$$Q^* = ۳۰۳۶$$

۴-۱۴نقطه سفارش مجدد (ROP) [1]

معمولاً از زمان سفارش کالا تا زمان دریافت کالا مدت زمانی تأخیر وجود دارد که به آن «دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش[2] (LT)» گویند. لذا، باید میزان موجودی کالا یا محصول، به اندازه ای برسد که آن میزان نمایانگر سفارش مجدد آن محصول باشد. به این مقدار «نقطه ی سفارش مجدد» گویند و از رابطه ی (۷-۱۲) محاسبه می گردد.

1. Reorder Point

2. Lead Time

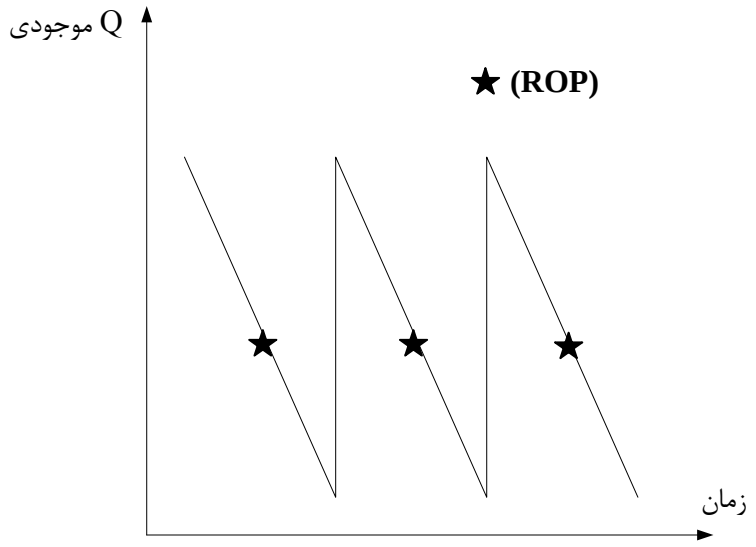
رابطه ی (۱۴-۷) $ROP = d.LT + M$

d: تقاضای روزانه برای یک کالا

LT: دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش

M: ذخیره احتیاطی[1] یا مقداری که باید در انبار نگهداری شود تا در صورت نوسان در تقاضا مشکل ایجاد نشود.

همانطور که ملاحظه می گردد دمیزان تقاضای روزانه در LT یا دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش ضرب شده و با میزان ذخیره ی احتیاطی جمع می شود که تا زمان دریافت کالا، هیچگونه کمبودی ایجاد نشود.



شکل (۱۴-۵) نمودار سفارش مجدد

مثال (۱۴-۳) اگر تقاضای سالانه برای کالایی ۷۲۰۰۰ بوده و تعداد روزهای کاری ۳۰۰ روز در سال و زمان تأخیر دریافت سفارش ۳روز و میزان ذخیره ی احتیاطی صفر باشد، نقطه ی سفارش مجدد را تعیین نمایید.

حل:

$$ROP = (۷۲۰۰۰ / ۳۰۰) \times +۰ = ۷۲۰$$

منظور از نقطه ی سفارش مجدد این است که وقتی موجودی کالا به میزان ۷۲۰ واحد برسد، لازم است سفارش مجدد آن انجام گیرد.

معمولاً در سیستم های سنتی، برای اطلاع از نقطه ی سفارش مجدد از «سیستم دو جعبه ای[2]» استفاده می نمودند. بدین طریق که هر قطعه را در دو جعبه با مقادیر متفاوت قرار داده، در یک جعبه به اندازه ی میزان ROP و در جعبه ی دیگر باقیمانده ی مقدار کالای دریافتی را قرار می دادند. ابتدا از جعبه ای که باقیمانده ی کالای دریافتی است استفاده نموده تا جعبه خالی شود. در این صورت هنگامی که به جعبه ی دوم

3. Safety Stock

1. Two-Bins

یا جعبه ای که محتوی میزان ROP است می رسیدند، بلافاطله از کالای فوق سفارش می دادند. در حالی که در سیستم های جدید با وارد نمودن اطلاعات در نرم افزار، وقتی که موجودی به میزان ROP برسد، نرم افزار با کمک علائمی زمان سفارش قطعه فوق را هشدار می دهد.

۲-۱) مدل فاصله ی ثابت بین دو سفارش

در برخی از سازمان ها فواصل معین و ثابتی را برای سفارشات تعیین می کنند. برای مثال، مدیریت تصمیم می گیرد که هر سه ماه یک بار، کل سفارشات انجام گیرد. میزان سفارش در هر بار سفارش متفاوت بوده و با استفاده از رابطه ی (۸-۱۲) محاسبه می شود.

میزان سفارش $$X=\left[\left(LT+LS\right)d+M\right]-A$$

LT: زمان

d: تقاضای روزانه

A: میزان موجودی انبار هنگام سفارش

LS: فاصله ی ببین دو سفارش

M: ذخیره ی احتیاطی

دوره ی سرویس: $LT=LS$

خصوصیت ویژه ی این روش، کاهش هزینه ی سفارشات است. به دلیل آنکه کل سفارشات یکجا انجام می گیرد، هزینه ی کل سفارشات کاهش یافته و از مزایای خرید کلی استفاده می شود.

مثال (۴-۱۴) اگر دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش کالایی ۴۷روز، فاصله ی بین دو سفارش ۴۵روز، تقاضای روزانه ۲۰ واحد و ذخیره ی احتیاطی ۱۰۰ واحد باشد، چنانچه در هنگام سفارش ۱۴۰ عدد کالا در انبار موجود باشد، تعداد سفارش را محاسبه کنید.

حل:

$$X=(۴۷+۴۵)\times ۲۰+۱۰۰-۱۴۰=۱۸۰۰$$

۳-۱) مدل تخفیف در خرید کلی کالا

برای تعیین میزان سفارش در شرایطی که برخی فروشندگان در صورت خرید کلی مشتریان، تخفیف هایی برای آنان قائل می شوند، از مدل فوق استفاده می شود.

فرضیات مدل تخفیف در خرید کلی کالا:

۱) این مدل تحت شرایط احتیاط کامل است.

۲) تمامی سفارش به صورت یکجا و همزمان تحویل داده می شود.

۳) مصرف به طور یکنواخت بوده و در طی زمان، تغییر نمی یابد.

میزان اقتصادی سفارش $$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{۲DC_o}{C_h}}$$

محاسبه ی هزینه ی کل در این مدل مطابق رابطه ی (۹-۱۲) است.

هزینه ی کل انبارداری

P: قیمت هر واحد کالا رابطه ی (۹-۱۲)

گام های اساسی در محاسبه ی مدل فوق:

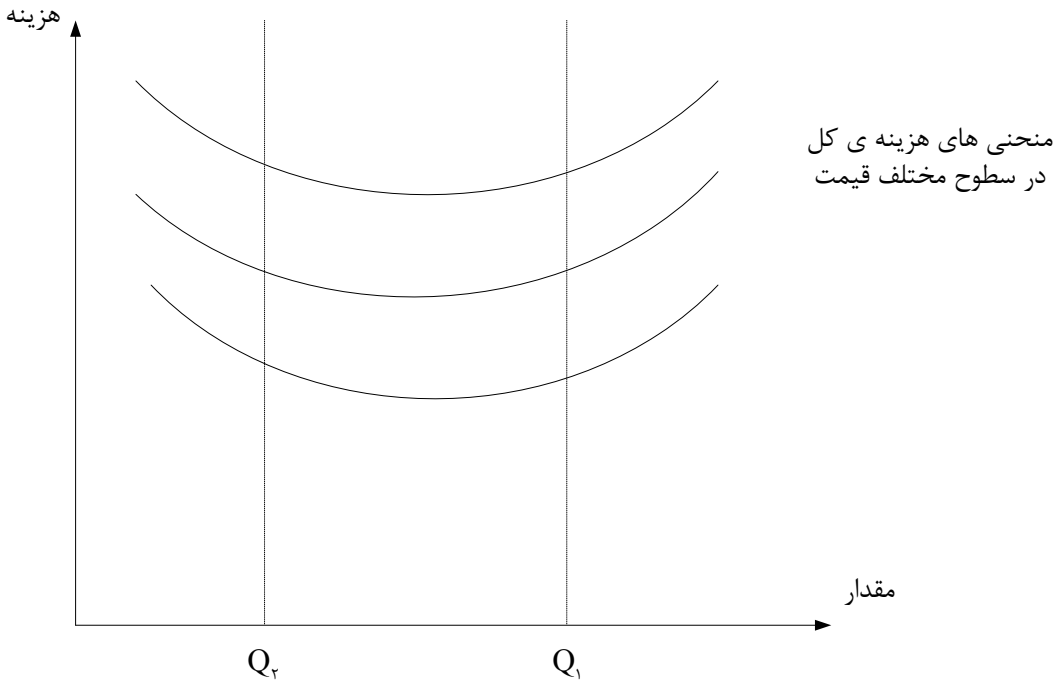
گام اول: کمترین قیمت را از قیمت های پیشنهادی فروشنده انتخاب نموده و Q^* را محاسبه نمایید.

گام دوم: اگر Q^* به دست آمده در محدوده ی تعداد پیشنهادی فروشنده قرار گیرد، مسئله حل شده است و هزینه ی کل را بر اساس Q^* محاسبه نمایید. در غیر این صورت به گام سوم بروید.

هزینه ی کل $$TC = \frac{D}{Q}C_o + \frac{Q}{۲}C_h + P.D$$

گام سوم: بر اساس حداقل میزان پیشنهادی فروشنده در قیمت مورد محاسبه، میزان TC را محاسبه نوپموده و مجدداً به گام اول بروید. (با این تفاوت که هر بار که به گام اول می روید، قیمت بالاتر از قیمت قبلی را انتخاب کنید.)

گام چهارم: در صورت حل مسئله (یعنی وقتی که میزان Q^* در محدوده ی تعداد پیشنهادی فروشنده باشد) از بین هزینه ی کل محاسبه شده در هر سطح قیمت، کمترین هزینه ی کل را انتخاب کنید و بعد از آن میزان Q که کمترین هزینه ی کل را دارد، مبنای سفارش قرار دهید.



شکل (۵-۱۴) نمودار مدل تخفیف در خرید کالا

مثال (۵-۱۴): شرکتی کالای مورد نیاز خود را در جعبه های حاوی ۱۰ عدد خریداری می کند. مصرف سالانه ی این کالا ۱۰۰۰ جعبه بوده، هزینه ی هر سفارش ۱۰۰ ریال و هزینه ی نگهداری ۲۰% قیمت خرید کالاست. فروشنده قیمت خرید کالا را مطابق جدول زیر ارائه کرده است. تعیین کنید که با چه میزان خرید، کل هزینه ها حداقل می شود؟

میزان خرید	قیمت هر جعبه
$Q < 100$	۵۰ ریال
$100 \le Q < 300$	۴۹ ریال
$Q \ge 300$	۴۸/۵ ریال

حل: برای حل از پایین تر قیمت شروع نموده و میزان EOQ و TC را محاسبه کنید تا حداقل هزینه ها به دست آید.

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}} = \sqrt{\frac{2\times 1000\times 100}{\%20\times 48/5}} = 143/5 \qquad P = 48,5$$

حداقل تعداد پیشنهادی فروشنده در این سطح قیمت ۳۰۰ واحد است. بنابراین، هزینه ی کل بر اساس سفارش ۳۰۰ واحد محاسبه شده سپس به سطح قیمت بالاتر رفته و محاسبات را مجدداً تکرار کنید.

هزینه ی کل انبارداری

$$TC = \frac{D}{Q}C_o + \frac{Q}{۲}C_h + P.D$$

$$TC = \frac{۱۰۰۰ \times ۱۰۰}{۳۰۰} + \frac{۳۰۰}{۲}(۴۸/۵ \times \%۲۰) + (۴۸/۵ \times ۱۰۰۰) = ۵۰۲۸۸$$

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{۲DC_o}{C_h}} = \sqrt{\frac{۲ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰۰}{\%۲۰ \times ۴۹}} = ۱۴۲/۸ \approx ۱۴۳$$

میزان Q^* در محدوده ی تعداد پیشنهادی فروشنده بوده و مسئله حل شده است. چون حداقل تعداد پیشنهادی فروشنده در این سطح قیمت، حداقل ۱۰۰ جعبه است. بنابراین، هزینه ی کل بر اساس سفارش ۱۴۳ جعبه محاسبه می گردد.

$$TC = \frac{۱۰۰۰ \times ۱۰۰}{۱۴۳} + (۴۹ \times ۱۰۰۰) + \frac{۱۴۳}{۲}(۴۹ \times \%۲۰) = ۵۰۴۰۰$$

مشاهده می شود که TC در قیمت پیشنهادی اول $(P = ۴۸,۵)$ به حداقل میزان خود می رسد. بنانبراین باید مطابق با $Q = ۳۰۰$ و بر اساس $P = ۴۸/۵$ سفارش داده شود.

۴-۱) مدل دریافت تدریجی کالا[1]

فرضیات این مدل مشابه فرضیات مدل میزان اقتصادی سفارش (EOQ) است. یعنی شرایط تصمیم گیری اطمینان کامل بوده و مصرف، ثابت ی یکنواخت و قیمت نیز ثابت است. با این تفاوت که دریافت کالا یک جا نبوده و با نرخ ثابت و یکنواخت و به صورت تدریجی است.

رابطه ی (۱۰-۱۴)

$$POQ = Q^* = \sqrt{\frac{۲DC_o}{C_h}\left(\frac{R}{R-D}\right)}$$

رابطه ی (۱۱-۱۴)

R: میزان تولید سالیانه

هزینه ی کل بهینه ی انبارداری

$$TC^* = \frac{D}{Q^*}C_o + \frac{Q_*}{۲}C_h\left(\frac{R-D}{R}\right)$$

شاخص رشد انبار

از این مدل برای برنامه ریزی تولید، در صورتی که قطعات داخل کارخانه تولید و مصرف شود، می توان استفاده نمود. بنابراین، نام دیگر ان «مدل میزان اقتصادی تولید» است. در این صورت در این رابطه به جای «هزینه ی هر بار سفارش» از «هزینه ی هر بار راه اندازی» استفاده می شود. منظور از هزینه راه اندازی ۱۰۰ ، کلیه ی هزینه های آماده نمودن ماشین برای تولید است.

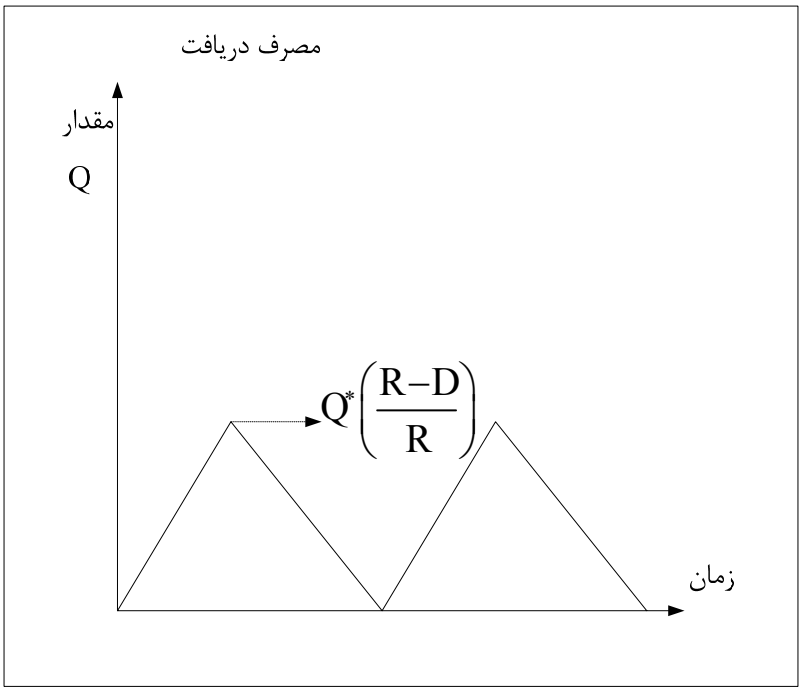
۵-۱۴متوسط موجودی:

1. Production Order Quantity

رابطه ی (۱۲-۱۴) $\frac{Q^*}{۲}\left(\frac{R-D}{R}\right)$

حداکثر موجودی:

رابطه ی (۱۳-۱۴) $Q^*\left(\frac{R-D}{R}\right)$



مثال (۶-۱۴): میزان تقاضا برای قطعه ای در خطوط نهایی یک کارخانه ۱۲۰۰۰ واحد در سال و میزان تولید آن در خطوط مونتاژ اولیه ی همان کارخانه ۴۸۰۰۰ واحد در سال است. اگر ارزش هر واحد قطعه ۵۰۰ ریال، هزینه ی نگهداری هر قطعه ۸۰ریال و هزینه ی آماده سازی تولید در هر بار ۱۰۰۰۰ ریال باشد، مطلوبست: تعیین میزان تولید کارخانه در شرایط بهینه،هزینه ی کل انبارداری بهینه، تعداد راه اندازی ها در سال، فاصله ی زمانی بین دو راه اندازی (با توجه به ۳۰۰ روز کاری در سال)، زمان مورد نیاز برای تولید آن قطعه در سال، متوسط و حداکثر موجودی؟

$P = ۵۰۰$ $C_h = ۸۰$ $D = ۱۲۰۰۰$ $Co = ۱۰۰۰۰$ $R = ۴۸۰۰۰$

حل:

میزان قطعاتی که در هر بار، سفارش داده می شود.

$$POQ = Q^* = \sqrt{\frac{۲DC_o}{C_h}\left(\frac{R}{R-D}\right)} = \sqrt{\frac{۲\times۱۲۰۰۰\times۱۰۰۰۰}{۸۰}\left(\frac{۴۸۰۰۰}{۴۸۰۰۰-۱۲۰۰۰}\right)} = ۲۰۰۰$$

www.sepandarand.com

هزینه ی کل انبارداری سالانه

$$TC^* = \frac{D}{Q_*}C_o + \frac{Q_*}{۲}C_h\left(\frac{R-D}{R}\right)$$

$$TC = \frac{۱۲۰۰۰ \times ۱۰۰۰۰}{۲۰۰۰} + \frac{۲۰۰۰}{۲}\left(\frac{۴۸۰۰۰ - ۱۲۰۰۰}{۴۸۰۰۰}\right) \times ۸۰ = ۱۲۰۰۰۰$$

تعداد راه اندازی ها در سال

بار در سال $\frac{D}{Q^*} = \frac{۱۲۰۰۰}{۲۰۰۰} = ۶$

فاصله ی زمانی بین دو راه اندازی

روز $= \frac{\text{تعداد روزهای کاری در سال}}{\text{تعداد دفعات راه اندازی}} = \frac{۳۰۰}{۶} = ۵۰$

زمان مورد نیاز برای تولید آن قطعه در سال:

میزان تولید روزانه $۴۸۰۰۰ / ۳۰۰ = ۱۶۰$ تولید سالانه

میزان مصرف در مونتاژ نهایی $۱۲۰۰۰ / ۳۰۰ = ۴۰$ تقاضای سالانه

تعداد روزهای کاری در سال که مونتاژ اولیه ی قطعه ی فوق را تولید می نماید.

تعداد تولید روزانه / تقاضای سالیانه $= \frac{۱۲۰۰۰}{۱۶۰} = ۷۵$

تعداد روزهای کاری که خط تولید مونتاژ اولیه، برای تولید قطعه ی فوق در هر بار سفارش فعال است.

روز $۱۲/۵ = \frac{۲۰۰۰}{۱۶۰}$ =تعداد روزهایی که خط مونتاژ اولیه برای تولید قطعه فوق فعال است

متوسط موجودی

$$\frac{Q^*}{۲}\left(\frac{R-D}{R}\right) = \frac{۲۰۰۰}{۲}\left(\frac{۴۸۰۰۰ - ۱۲۰۰۰}{۴۸۰۰۰}\right) = ۷۵۰$$

حداکثر موجودی

$$Q^*\left(\frac{R-D}{R}\right) = ۲۰۰۰\left(\frac{۴۸۰۰۰ - ۱۲۰۰۰}{۴۸۰۰۰}\right) = ۱۵۰۰$$

ie-jozve.blogfa.com

۶-۱۴تجزیه و تحلیل حساسیت

برخی اوقات واحد تولیدی یا خدماتی به جای میزان Q^*، میزان بیشتر یا کمتری سفارش می دهد. در این صورت، بین هزینه ی کل ناشی از در نظر گرفتن Q^* به عنوان مقدار سفارش و هزینه ی کل میزانی که مدیریت مایل به سفارش است، باید مورد مقایسه قرار گبرد. بدیهی است هر چه مقدار سفارش کمتر یا بیشتر از Q^* باشد، هزینه ی کل بیشتر خواهد شد. تجزیه و تحلیل حساسیت از رابطه ی (۱۴-۱۲) محاسبه می شود.

$$\frac{TC}{TC^*}=\frac{۱}{۲}\left(\frac{Q^*}{Q}-\frac{Q}{Q^*}\right)$$

Q: میزان سفارش Q^*: میزان اقتصادی سفارش

رابطه ی (۱۴-۱۴)

مقدار این رابطه همیشه بزرگتر از ۱ است.

مثال (۱۴-۷) شرکت پویا قراردادی برای تولید ۱۵۰۰۰۰ واشر منعقد کرده است. این شرکت مواد اولیه ی مورد نیاز برای ۴۰۰۰۰ واشر را یکجا سفارش می دهد. هزینه ی هر بار سفارش ۴۰۰۰ ریال، هزینه ی نگهداری ۲۰% قیمت کالا و قیمت کالا ۱۵ریال است. مدیران شرکت مایلند بدانند نحوه ی تنظیم سفارش آن ها تا چه حد از تعداد اقتصادی سفارش فاصله دارد و از این بابت به چه میزان ضرر می کنند؟

$$EOQ=Q^*=\sqrt{\frac{۲DC_o}{C_h}}=\sqrt{\frac{۲\times۱۵۰۰۰۰\times۴۰۰۰}{۰/۲۰}}=۲۰۰۰۰$$

$$\frac{TC}{TC^*}=\frac{۱}{۲}\left(\frac{Q^*}{Q}+\frac{Q}{Q^*}\right)=\frac{۱}{۲}\left(\frac{۲۰۰۰۰}{۴۰۰۰۰}+\frac{۴۰۰۰۰}{۲۰۰۰۰}\right)=۱/۲۵$$

هزینه ی کل بهینه $$TC^*=\frac{DC_o}{Q^*}+\frac{Q^*}{۲}C_h==\frac{۱۵۰۰۰۰}{۲۰۰۰۰}\times۴۰۰۰+\frac{۲۰۰۰۰}{۲}\times\%۲۰\times۱۵=۶۰۰۰۰$$

در صورت سفارش ۴۰۰۰۰ واحد کالا، میزان هزینه ی کل ۶۰۰۰۰ است.

$$۱/۲۵\times۶۰۰۰۰=۷۵۰۰۰$$

زیان سالانه ی شرکت

$$۷۵۰۰۰-۶۰۰۰۰=۱۵۰۰۰$$

۲) کنترل موجودی تحت شرایط ریسک

چنانچه شرایط تصمیم گیری به صورت احتمالی و تحت شرایط ریسک باشد، در این صورت نمی توان نسبت به کمیت بعضی پارامترهای سیستم مانند: تقاضاD، زمان تأخیر تا دریافت سفارش LT و یا میزان تقاضا در زمان تأخیر تا در یافت سفلرش و ... با اطمینان صحبت نمود و

این مقادیر به صورت احتمالی مطرح می شوند. پدیده ای که در این گونه مسایل به چشم می خورد، «کمبود کالا» یا به عبارتی، خسارت عدم برآورد نیاز است. قبل از بحث در مورد نحوه ی در نظر گرفتن هزینه های مربوط به کمبومد کالا، لازم است در مورد نحوه ی محاسبه ی میانگین و انحراف معیار تقاضا و دوره ی تآخیر تا دریافت سفارش، مروری انجام شود.

محاسبه ی میانگین و انحراف معیار تقاضا وقتی که میزان تقاضا متغیر باشد.

مثال (۸-۱۴): موسسه ای با مطالعه ی میزان فروش خود در روز کاری گذشته، اطلاعات زیر را به دست آورده است. مطلوبست محاسبه ی میانگین و انحراف معیار تقاضا.

احتمال فروش	تعداد دفعات تکرار	فروش روزانه
۶ ۲۰	۶	۰ – ۲۰۰
۴ ۲۰	۴	۲۰۰ – ۴۰۰
۵ ۲۰	۵	۴۰۰ – ۶۰۰
۵ ۲۰	۵	۶۰۰ – ۸۰۰
	۲۰	جمع

جدول (۱-۱۴) اطلاعات مربوط به مثال (۸-۱۴)

حل:در این مسئله ابتدا X_i تعیین می شود.

X_i = (کرانه ی پایین + کرانه ی بالا) / ۲

$$X_i = \frac{(۰+۲۰)}{۲} = ۱۰۰$$

فروش روزانه	تعداد دفعات تکرار	X_i	F_iY_i
۰ – ۲۰۰	۶	۱۰۰	۶۰۰
۲۰۰ – ۴۰۰	۴	۳۰۰	۱۲۰۰
۴۰۰ – ۶۰۰	۵	۵۰۰	۲۵۰۰
۶۰۰ – ۸۰۰	۵	۷۰۰	۳۵۰۰
جمع کل	۲۰		۷۸۰۰

جدول (۲-۱۴) اطلاعات مربوط به مثال (۸-۱۴)

سپس برای تعیین میانگین $\overline{X}$ میانگین تقاضا، ابتدا F_iX_i را برای هر ردیف محاسبه نمایید.

$$\overline{X}\frac{\sum_{i=r}^{n} F_iX_i}{n} = \frac{۷۸۰۰}{۲۰} = ۳۹۰$$

انحراف معیار از رابطه ی (۱۵-۱۴) به دست می آید.

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum F_i\left(X_i - \overline{X}\right)^۲}{n}}$$

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{۶(۱۰۰-۳۹۰)^۲ + ۴(۳۰۰-۳۹۰)^۲ + ۵(۵۰۰-۳۹۰)^۲ + ۵(۷۰۰-۳۹۰)^۲}{۲۰}} = ۲۳۲/۱۶$$

میزان نوسان در تقاضا با در نظر گرفتن $\pm\sigma$ را نشان می دهد.

$$\overline{X} \pm \sigma = ۳۹۰ \pm ۲۳۲/۱۶ \Rightarrow \begin{cases} ۱۵۷/۸ \\ ۶۲۲/۱۶ \end{cases}$$

محاسبه ی میانگین و انحراف معیار زمان تأخیر تا دریافت سفارش Lead Time در صورتی که دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش متغیر باشد.

مثال (۹-۱۴) یک شرکت تولید کننده لاستیک با توجه به اطلاعات گذشته میزان نوسان در دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش خرید لاستیک را به شرح زیر استخراج نموده، با استفاده از اطلاعات فوق، میانگین و انحراف دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش را تعیین نمایید.

X_i	F_i	f_i
تعداد روزهای دوره ی اخیر	تعداد دفعات تکرار	فراوانی نسبی (احتمال)
۴	۱۰	۰/۳۳
۵	۱۵	۰/۵
۷	۵	۰/۱۷
جمع کل	۳۰	۱

جدول (۳-۱۴) اطلاعات مربوط به مثال (۹-۱۴)

حل: ابتدا میانگین LT و انحراف معیار LT را محاسبه نمایید.

$$\overline{LT} = \frac{\sum_{i=1}^{n} F_i X_i}{n} = \frac{(10\times4)+(15\times5)+(7\times5)}{30} = 5$$

متوسط زمان تأخیر تا دریافت سفارش

$$\sigma_{LT} = \sqrt{\frac{\sum F_i (X_i - \overline{X})^2}{n}} = \sqrt{\frac{10(4-5)^2+15(5-5)^2+5(7-5)^2}{30}} = 1$$

انحراف معیار میزان نوسان را در دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش نشان می دهد.

محاسبه ی EOQ در شرایطی که تقاضا متغیر باشد.

چنانچه میزان تقاضا ثابت نبوده و متغیر باشد، می توان از $\overline{D}$ (میانگین تقاضای سالیانه) به جای D (تقاضای سالانه) در رابطه ی EOQ استفاده کرد. در این صورت نحوه ی محاسبه ی EOQ به شرح رابطه ی (۱۶-۱۴) می باشد.

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{2\overline{D}C_o}{C_h}}$$ رابطه ی (۱۶-۱۴)

همچنین هزینه ی کل انبارداری برابر است با:

$$TC = \frac{\overline{D}}{Q}C_o + \frac{Q}{2}C_h$$ رابطه ی (۱۷-۱۴)

۱۴-۷مدل های کنترل موجودی احتمالی (تحت شرایط ریسک)

در این قسمت مدل های کنترل موجودی تحت شرایط ریسک مطرح می شود. همانطور که قبلاً نیز بیان شد، در شرایط ریسک، پارامترهای سیستم مانن تقاضا D یا زمان تأخیر تا دریافت سفارش را نمی توان با اطمینان تعیین نمود و به صورت احتمالی است. تفاوت دیگر این مدل ها با مدل های کنترل موجودی تحت شرایط اطمینان کامل، در افزوده شدن هزینه ی دیگری به نام «هزینه ی کمبود» است.

در این بخش، نقطه ی سفارش مجدد و ذخیره ی احتیاطی بر اساس دو حالت زیر تعیین می گردد.

الف- تعیین نقطه ی سفارش و ذخیره ی احتیاطی در صورتی که هزینه ی کمبود مشخص نباشد.

ب- تعیین نقطه ی سفارش و ذخیره ی احتیاطی در صورتی که هزینه ی کمبود مشخص باشد.

الف- تعیین نقطه ی سفارش و ذخیره ی احتیاطی در صورتی که هزینه ی کمبود مشخص نباشد

اغلب سازمان ها می کوشند که به جای محاسبه ی دقیق هزینه ی کمبود، یک سطح قابل قبول موجودی را بپذیرند و نقطه ی سفارش مجدد و ذخیره ی احتیاطی را بر اساس آن سطح تعیین نمایند. برای مثال، مدیریت یک سازمان خواستار آن است که از ۹۵% اوقات موجودی در

انبار داشته باشد. بنابراین سطح قابل قبول موجودی (سطح سرویس) ۹۵% و سطح ریسک (کمبود) برای این سازمان ۵% است. هرچه سطح قابل قبول موجودی (سطح سرویس) افزایش یابد، سازمان هزینه ی نگهداری بیشتری را متحمل می شود. برای تبدیل سطح قابل قبول موجودی، به استاندارد توزیع نرمال از جدول ضمیمه ی (الف-۱) استفاده شود که در فرض فوق ۹۵% سطح سرویس مورد نظر مدیریت، طبق جدول توزیع نرمال استاندارد، معادل ۱/۶۵ است. (با مراجعه به جدول فوق و یافتن عددی که به طور تقریبی نزدیک ۹۵% باشد ملاحظه می شود که در $Z = ۱/۶۵$ سطح زیر منحنی ۰/۹۵۰۵ % است که به طور تقریبی نزدیک ۹۵% است.) تبدیل سطح قابل قبول موجودی با استاندارد Z در رابطه های زیر کاربرد دارد.

نحوه ی محاسبه ی نقطه ی سفارش مجدد و ذخیره ی احتیاطی با در نظر گرفتن شرایط زیر:

۱- تقاضا ثابت و دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش ثابت است.

$$ROP = d(LT) + M$$ رابطه (۱۴-۱۸)

۲- تقاضا متغیر و دوره ی تغییر تا دریافت سفارش ثابت باشد.

$$ROP = \bar{d}(LT) + Z\sqrt{LT}(\sigma_d)$$ رابطه (۱۴-۱۹)

۳- تقاضای ثابت دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش متغیر باشد.

$$M = Z\sqrt{LT}(\sigma_d)$$ رابطه (۱۴-۲۰)

۴- تقاضا متغیر و دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش متغیر باشد.

$$ROP = \bar{d}(LT) + Zd(\sigma_{LT})$$ رابطه (۱۴-۲۱)

$$M = Zd(\sigma_{LT})$$ رابطه (۱۴-۲۲)

۱۴-۸-ROP: نقطه ی سفارش مجدد

d: تقاضای روزانه

LT: دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش

$\bar{d}$: میانگین تقاضای روزانه

Z: توزیع نرمال استاندارد بر اساس سطح قابل قبول موجودی

$\overline{LT}$: میانگین دوره ی تأخیر

σ_{LT}: انحراف معیار دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش

$\sigma^{۲}_{LT}$: واریانس دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش

σ_d: انحراف معیار تقاضا

برای مشخص شدن هر یک از حالات فوق هر کدام مثالی ارائه می شود.

مدل۱- تقاضا ثابت و دوره ی تأخیر تا ردیافت سفارش ثابت

مثال (۱۰-۱۴) میزان تقاضا برای یک محصول، به طور روزانه ۱۰۰ واحد است و دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش ۴روز است. نقطه ی سفارش مجدد را تعیین نمایید.

حل:

$d = ۱۰۰$

$ROP = d(LT) + M$

$ROP = ۱۰۰(۴) + ۰ = ۴۰۰$

$LT=4$ ۴روز

نقطه سفارش مجدد

چنانچه سطح موجودی به ۴۰۰ عدد برسد لازم است سفارش مجدد انجام شود.

مدل۲- تقاضا متغیر و دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش ثابت

مثال (۱۱-۱۴) میزان مصرف مواد شوینده در یک سالن ورزشی به طور متوسط ۱۰۰ گرم در هر روز است. تقاضای روزانه دارای توزیع نرمال بوده و با انحراف معیار ۱۰ گرم در روز، چنانچه زمان تأخیر تا دریافت مواد شوینده ثابت و ۲ روز و یک سطح ریسک مدیریت ۲% باشد. با توجه به موارد ذکر شده:

الف- نقطه ی سفارش مجدد و ذخیره ی احتیاطی را مشخص نمایید.

ب- چه سطح سرویسی برای نقطه ی سفارش مجدد ۲۱۰ گرم مورد نظر است؟

سطح قابل قبول موجودی $۱ - ٪۲ = ٪۹۸$ $\sigma_d = ۱۰$ $\bar{d} = ۱۰۰$ $LT = ۲$

حل:

الف) سطح قابل قبول موجودی $۱ - ٪۲ = ٪۹۸$

$Z(۰/۹۸) \Rightarrow ۲/۰۴$

با مراجعه به جدول ضمیمه (الف-۱) $ROP = \bar{d}(LT) + Z\sqrt{LT}(\sigma_d)$

$ROP = ۱۰۰ \times (۲) + ۲/۰۵ \times ۲\sqrt{۱۰} = ۲۲۸/۹۹ = ۲۲۹$

چنانچه میزان موجودی مواد شوینده به ۲۲۹ گرم برسد، لازم است سفارش داده شود.

$$M = Z\sqrt{LT}(\sigma_d)$$

ذخیره احتیاطی= ۲/۰۵ $\sqrt{۲} \times ۱۰ = ۲۸/۹۹ =$ ۲۹ گرم

ب)برای تعیین سطح سرویس ، نقطه سفارش مجدد ۲۱۰ گرم ابتدا لازم است Z محاسبه شود.

$$Z = \frac{ROP - \bar{d}.LT}{\sqrt{LT}.\sigma_d} = \frac{۲۱۰ - ۲۰۰}{\sqrt{۲}.(۱۰)} = ۰/۷۰۷۱$$

با توجه به جدول مندرج در ضمیمه ی (الف-۱) سطح زیر منحنی $Z \leq ۰/۷$ معادل تقریباً ۷۵% است. بنابراین سطح سرویس (یا سطح قابل قبول موجودی) برای مدیریت ۷۵% است.

مدل۳- نرخ تقاضا ثابت و دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش متغیر

مثال (۱۲-۱۴) میزان تقاضای روزانه برای یک قطعه ی یدکی در یک کارخانه، ۵عدد در روز است. دوره ی تأخیر تا دریاف این قطعه از کارخانه ی سازنده متغیر بوده و دارای توزیع نرمال با میانگین ۱۰ روز با انحراف معیار ۳روز است. چنانچه سطح قابل قبول موجودی ۹۹% باشد، میزات ذخیره ی احتیاطی و نقطه ی سفارش مجدد را تعیین نمایید.

حل: با توجه به جدول نرمال استاندارد سطح زیر منحنی ۹۹% معادل $Z = ۲/۳۳$ است.

$$d = ۵$$
$$\sigma_{LT} = ۳$$
$$\overline{LT} = ۱۰$$

نقطه سفارش مجدد $ROP = d(\overline{LT}) + Zd(\sigma_{LT})$

تعداد ذخیره احتیاطی $M = Zd(\sigma_{LT}) = ۲/۳۳(۵)(۳) = ۳۴/۹۵ = ۳۵$

مدل۴- نرخ تقاضا متغیر و دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش متغیر

مثال(۱۳-۱۴) یک فروشنده ی مواد غذایی به طور متوسط براساس تابع توزی نرمال روزانه ۴۲۰ بسته آرد گند با انحراف معیار ۲۰بسته به فروش می رساند. چنانچه زمان تأخیر تا دریافت سفارش نیز ددارای توزیع نرمال بوده و به طور متوسط ۱۰ روز با انحراف معیار ۴روز باشد، نقطه ی سفارش مجدد و ذخیره ی احتیاطی را با در نظر گرفتن ۹۵% سطح قابل قبول موجودی تعیین کنید.

حل:

$\bar{d} = ۴۲۰$ $\quad \overline{LT} = ۱۰$ $\quad Z(۰/۹۵) \Rightarrow ۱/۶۴$

$\sigma_d = ۲۰$ $\quad \sigma_{LT} = ۴$

$$ROP = \bar{d}\overline{LT} + Z\sqrt{\overline{LT}\sigma_d^{۲} + \bar{d}^{۲}\sigma_{LT}^{۲}}$$

$$ROP = (۴۲۰\times۱۰) + ۱/۶۴\sqrt{۱۰(۲۰)^{۲} + (۴۲۰)^{۲}(۴)^{۲}} = ۶۹۵۷/۱۵$$

$$M = Z\sqrt{\overline{LT}\sigma_d^{۲} + \bar{d}^{۲}\sigma_{LT}^{۲}} = ۱/۶۴\sqrt{۱۰(۲۰)^{۲} + (۴۲۰)^{۲}(۴)^{۲}} = ۲۷۵۷/۱۵$$

۱۴-۹ تعیین نقطه ی سفارش و ذخیره ی احتیاطی در صورتی که هزینه ی کمبود مشخص باشد.

گاهی اوقات در برخی سازمان ها نحوه ی محاسبه ی هزینه ی کمبود کاملاً مشخص است. در چنین شرایطی ذاخیره ی احتیاطی با در نظر گرفتن نوسانات در تقاضا و محاسبه ی هزینه ی کل، نگهداری و کمبود و مقایسه بین ان ها تعیین می شود. به مثال (۱۴-۱۴) توجه نمایید.

مثال (۱۴-۱۴) یک شرکت تولید کننده ی نوارهای چاپگر با استفاده از مدل میزان اقتصادی سفارش EOQ جعبه ی نوار چاپگر را ۲۵۰۰عدد در هر بار سفارش با متوسط تقاضای ۱۲۵۰۰ عدد در سال تعیین نموده است. تعداد روزهای کاری در سال ۲۵۰روز و زمان تأخیر تا دریافت سفارش ۶روز است. چنانچه میزان تقاضا در زمان تأخیر به شرح جدول زیر باشد و هزینه ی کمبود هر جعبه نوار چاپگر در هنگام نیاز، ۳۰۰۰ریال و هزینه ی نگهداری برای هر جعبه ۲۰۰۰ریال باشد، سطح مطلوب ذخیره ی احتیاطی را محاسبه نمایید.

$\bar{D} = ۱۲۵۰۰$, $Q^* = ۲۵۰۰$

تعداد دفعات سفارش $\dfrac{\bar{D}}{Q^*} = \dfrac{۱۲۵۰۰}{۲۵۰۰} = ۵$

هزینه ی کمبود برای هر جعبه نوار چاپگر $C_S = ۳۰۰۰$

احتمال	تعداد دفعات	تقاضا
٪۲	۲	۱۵۰
٪۳	۳	۲۰۰
٪۷	۷	۲۵۰
٪۶	۶۰	۳۰۰
٪۸	۸	۳۵۰
٪۱۱	۱۱	۴۰۰

٪۹	۹	۴۵۰
۱	۱۰۰	

جدول (۴-۱۴) احتمال وجود تقاضا و میزان آن در طول دوره تاخیر

حل:

ابتدا نقطه ی سفارش مجدد را بدون در نظر گرفتن ذخیره ی احتیاطی مشخص نمایید.

$$ROP = d(LT) + M = \frac{۱۲۵۰۰}{۲۵۰} \times ۶ + ۰ = ۳۰۰$$

حداقل نقطه سفارش ۳۰۰جعبه نوار چاپگر ایت. با توجه به جدول احتمال تقاضا در طول دوره تآخیر تقاضا برای جعبه ی نوار چاپگر می تواند بیش از ۳۰۰ باشد. بنابراین می توان راه کارهای زیر را مورد ارزیابی قرار داد:

راه کار۱: ذخیره ی احتیاطی ۰باشدو نقطه ی سفارش مجدد ۳۰۰ باشد.

راه کار۲: ذخیره ی احتیاطی ۵۰ باشدو نقطه ی سفارش مجدد ۳۵۰ باشد.

راه کار۳: ذخیره ی احتیاطی ۱۰۰ باشدو نقطه ی سفارش مجدد ۴۰۰ باشد.

راه کار۴: ذخیره ی احتیاطی ۱۵۰ باشدو نقطه ی سفارش مجدد ۴۵۰ باشد.

محاسبه ی هزینه ی کل سفارش و نگهداری و کمبود برای هر یک از راه کارهای فوق با استفاده از رابطه های زیر:

هزینه کل کمبود + هزینه کل نگهداری ذخیره احتیاطی = هزینه ی کل سفارش و نگهداری

رابطه (۱۴-۲۵)

$$\text{هزینه کل کمبود} = \text{احتمال تقاضای بیشتر در دوره تاخیر} \times \text{میزان تقاضای بیشتر در دوره تاخیر از ROP} \times \text{هزینه کمبود} \times \text{تعداد دفعات سفارش}$$

رابطه (۱۴-۲۶)

هزینه نگهداری × تعداد ذخیره احتیاطی = هزینه کل نگهداری ذخیره احتیاطی

www.sepandarand.com

رابطه (۲۷-۱۴)

راه کاراول($M=۰, ROP=۳۰۰$):

$$\text{هزینه کل کمبود} = (۸٪ \times ۵۰ \times ۳۰۰۰ \times ۵) + (۱۱٪ \times ۱۰۰ \times ۳۰۰۰ \times ۵) + (۹٪ \times ۱۵۰ \times ۳۰۰۰ \times ۵) = ۴۲۷۵۰۰$$

$$\text{هزینه کل نگهداری ذخیره احتیاطی} = ۰ \times ۲۰۰۰ = ۰$$

$$\text{هزینه کل سفارش و نگهداری و کمبود} = ۴۲۷۵۰۰$$

راه کار دوم($M=۵۰, ROP=۳۵۰$):

$$\text{هزینه کل کمبود} = (۱۱٪ \times ۵۰ \times ۳۰۰۰ \times ۵) + (۹٪ \times ۱۰۰ \times ۳۰۰۰ \times ۵) = ۲۱۷۵۰۰$$

$$\text{هزینه کل نگهداری ذخیره احتیاطی} = ۲۰۰۰ \times ۵۰ = ۱۰۰۰۰۰$$

$$\text{هزینه کل سفارش و نگهداری و کمبود} = ۲۱۷۵۰۰ + ۱۰۰۰۰۰ = ۳۱۷۵۰۰$$

راهکار سوم($M=۱۰۰, ROP=۴۰۰$):

$$\text{هزینه کل کمبود} = (۹٪ \times ۵۰ \times ۳۰۰۰ \times ۵) = ۶۷۵۰۰$$

$$\text{هزینه کل نگهداری ذخیره احتیاطی} = (۲۰۰۰ \times ۱۰۰) = ۲۰۰۰۰۰$$

$$\text{هزینه کل سفارش و نگهداری و کمبود} = ۶۷۵۰۰ + ۲۰۰۰۰۰ = ۲۶۷۵۰۰$$

راه کار چهارم($M=۱۵۰, ROP=۴۵۰$):

$$\text{هزینه کل کمبود} = ۰$$

$$\text{هزینه کل نگهداری ذخیره احتیاطی} = (۲۰۰۰ \times ۱۵۰) = ۳۰۰۰۰۰$$

$$\text{هزینه کل سفارش و نگهداری و کمبود} = ۳۰۰۰۰۰$$

هزینه ی کل نگهداری و ذخیره ی احتیاطی راه کار سوم کمتر از سایر راه کارهاست. بنابراین نقطه ی سفارش مجدد ۴۰۰ انتخاب می شود.

مدل فاصله ی بین دو سفارش ثابت[1] (در شرایطی که تقاضا متغیر باشد) FOI

1. Fixed Order Interval (FOI)

ie-jozve.blogfa.com

رابطه (۱۴-۲۸) $$FOI = X_i = \left[d(LT + LS) + Z\sigma_d \sqrt{LT + LS} \right] - A$$

d: تقاضای روزانه

LT: دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش

σ_d: انحراف معیار تقاضا

Z: توزیع نرمال استاندارد (بر اساس سطح قابل قبولی موجودی)

A: میزان موجودی انبار هنگام سفارش

مثال (۱۵-۱۴) میانگین تقاضای روزانه برای پودر ماشین لباسشویی در یک واحد خدماتی ۳۰ جعبه در روز و انحراف معیار ۲جعبه بوده و سطح قابل قبول موجودی ۹۹% است و میزان موجودی انبار در هنگام سفارش ۶۷جعبه است. دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش، ۵روز و سفارشات هر ۷روز یک بار انجام می گیرد میزان سفارش را تعیین کنید.

۹۹٪ اطمینان $Z = ۲/۳۳$

$$FOI = X_i = \left[d(LT + LS) + Z\sigma_d \sqrt{LT + LS} \right] - A$$

$$= \left[۳۰ (۵۰+۷) + ۲/۳۳ (۲) \sqrt{۵+۷} \right] - ۶۷$$

میزان سفارش $= ۳۰۹/۱۴$

سوالات فصل چهاردهم

۱- کدامیک از جملات زیر صحیح است؟

۱) حداکثر نمودن موجودی از مفاهیم اساسی TQM است.

۲) هزینه ی سفارش و هزینه ی نگهداری با یکدیگر رابطه ی مستقیم دارند.

۳) هزینه ی کمبود و هزینه ی سفارش با یکدیگر رابطه ی مستقیم دارند.

۴) هیچکدام

گزینه ۴ صحیح است.

۲- هزینه های مربوط به حفظ، روشنایی و فرصت از دست رفته (سرمایه ی راکد)..... نامیده می شود.

۱) هزینه های سفارش

۲) هزینه های نگهداری

۳) هزینه های کمبود

۴) هزینه های پیوسته

گزینه ۲ صحیح است.

۳- هزینه ای که معمولاً به صورت درصدی از قیمت خرید محاسبه می شود را ..... گویند.

۱) هزینه ی سفارش

۲) هزینه ی نگهداری

۳) هزینه ی کمبود

۴) هزینه ی پیوسته

گزینه ۲ صحیح است.

۴- کدامیک از جملات زیر در مورد هزینه ی کمبود صحت ندارد.

۱) هزینه ی کمبود به معنای از دست دادن فروش به علت نداشتن مواد به موقع است.

۲) هر چه هزینه ی کل نگهداری افزایش یابد، بیانگر آن است که هزینه ی کمبود دنیز به همان میزان افزایش می یابد.

۳) هر چه هزینه ی کل سفارش افزایش یابد، هزینه ی کمبود نبز به همان میزان افزایش می یابد.

۴) هزینه ی کمبود به معنای سود از دست رفته به دلیل از دست دادن مشتری به دلیل نداشتن به موقع کالا است.

گزینه ۳ صحیح است.

۵- هدف اساسی کنترل موجودی .....

۱) حداقل نمودن کل هزینه ی سفارش است.

۲) تعیین میزان سفارش است.

۳) حداقل نمودن کل هزینه ی نگهداری است.

۴) می تواند همه ی موارد فوق باشد.

گزینه ۴ صحیح است.

۶- در دسته بندی ABC کدامیک از موارد زیر صحت ندارد؟

۱) برای دسته ی A باید ذخیره ی احتیاطی زیادی نگهداری شود.

۲) دسته ی C دارای ارزش کمی از کل قیمت موجودی انبار است.

۳) لازم است در پیش بینی میزان سفارش دسته A دقت کافی صورت گیرد.

۴) می تواند همه ی موارد فوق باشد.

گزینه ۱ صحیح است.

۷- کدامیک از موارد زیر از مفروضات EOQ محسوب نمی شود؟

۱) میزان تقاضای محصول با اطمینان مشخص است.

۲) میزان تقاضا (مصرف) در طول دوره ثابت و یکنواخت است.

۳) سفارش داده شده، به تدریج دریافت می شود.

۴) دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش، ثابت سات.

اطلاعات A

هزینه ی نگهداری	۹۷۵	در سال
هزینه ی هر بار سفارش	۵۵	تومان
تقاضا	۱۵	در هفته
میزان سفارش در حال حاضر	۹۴	قطعه
تعداد هفته های کاری در سال	۵۰	هفته

گزینه ۳ صحیح است.

۸- با توجه به اطلاعات A، کدامیک از موارد زیر صحیح است؟

۱) $EOQ = ۷۳۳۳$ است.

۲) هزینه ی کل سفارش (برای Q^*) ۴۸۳/۷۵ است.

۳) هزینه ی کل انبارداری برای EOQ، ۹۶۳/۴۰ است.

۴) همه ی موارد فوق.

اطلاعات B

هزینه ی نگهداری	۰/۵	در سال
هزینه ی هر بار سفارش	۱۰۰	تومان
تقاضا	۱۰۰۰	واحد
نرخ تولید روزانه	۸۰	واحد
نرخ مصرف روزانه	۶۰	واحد

گزینه ۳ صحیح است.

۹- با توجه به اطلاعات B کدامیک از موارد زیر صحیح است؟

۱) $EOQ = ۲۰۰۰$ است.

۲) هزینه ی کل سفارش ۲۷۵ تومان است.

۳) هزینه ی کل انبارداری ۵۰۰ تومان است.

۴) هیچکدام

گزینه ۱ صحیح است.

۱۰- کدامیک از جملات زیر در مورد مدل دریافت تدریجی کالا صحیح است؟

۱) اگر $d = r$ باشد مدل فوق به مدل تخفیف در خرید کلی تبدیل می شود.

۲) نرخ تقاضای روزانه می بایستی بیشتر از نرخ تولید روزانه باشد.

۳) هزینه ی کمبود کالا در این مدل، محاسبه می شود.

۴) هیچکدام

اطلاعات C

تقاضای سالیانه	۶۰۰
هزینه ی هر بار سفارش	۹۷۵ تومان
هزینه ی نگهداری هر واحد	۶۸ در سال

قیمت های پیشنهادی فروشنده: قیمت (تومان)

۱–۲۹۹	۲۰۰۰
۰۰–۴۹۹	۱۸۰۰
بیش از ۵۰۰	۱۶۰۰

گزینه ۴ صحیح است.

۱۱- با توجه به اطلاعات C، کدامیک از پاسخ های زیر در مورد مدل تخفیف در خرید کلی صحیح است؟

۱) $EOQ = ۱۲۷$ است.

۲) $TC = ۱۲۰۸۹۲۰$

۳) چنانچه $Q = ۳۰۰$ باشد، کل هزینه ۱۰۸۰۰۰۰ تومان است.

۴) چنانچه $Q = ۵۰۰$ باشد، کل هزینه ۹۵۸۰۱۰ تومان است.

گزینه ۲ صحیح است.

۱۲- تقاضای یک محصول به متوسط روزانه ۳۸قطعه و نوسان ۱±و دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش، به طور متوسط ۱۳ روز با نوسان ۴±روز است. با در نظر گرفتن سطح سرویس ۹۵% کدامیک از جملات زیر صحیح است؟

۱) $ROP = ۷۹۲$

۲) $ROP = ۵۲۲$

۳) $ROP = ۴۹۲$

۴) هیچکدام

گزینه ۴ صحیح است.

۱۳- در یک واحد تزریق پلاستیک، روزانه ۴۰کیلو پودر پی.وی.سی استفاده می شود و هنگامی که میزان مواد به ۲۴۰کیلو برسد، دپارتمان اقدام به سفارش مجدد می کند. متوسط زمان تأخیر ۵روز با انحراف معیار ۲روز است. احتمال اینکه در دوره ی تأخیر موجودی مواد وجود نداشته باشد، چه میزان است؟

۱) ۰/۳۰۸۵

۲) ۰/۵۲۸۱

۳) ۰/۲۸۹۵

۴) ۰/۶۹۱۵

گزینه ۱ صحیح است.

۱۴- در یک کارگاه دوره ی تأخیر تا دریافت قطعه ی یدکی ۶روز است. میزان تقاضا به طور متوسط در طول دوره ی تأخیر ۴۲عدد، با انحراف معیار ۴عدد است. اگر ریسک مورد نظر ۳% باشد. نقطه ی سفارش مجدد را محاسبه نمایید

۱) ۵۰/۳۰ ۲) ۷۳/۵۰

۳) ۴۹/۵۲ ۴) ۶۰/۳۶

گزینه ۲ صحیح است.

۱۵- مدیر یک واحد صنعتی در هنگامی که میزان موجودی بنزین ۴۲۲لیتر برسد، اقدام به سفارش می نماید. متوسط مصرف روزانه ۴۵لیتر با انحراف معیار ۳لیتر در روز است. اگر دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش ۹روز باشد. سطح ریسک در این واحد عبارت است از:

۱) ۱۵% ۲) ۳%

۳) ۵% ۴) ۱۰%

گزینه ۳ صحیح است.

۱۶- میزان مصرف شکر در یک قنادی، ۸۰کیلو در روز با نوسان ۴کیلو است. دوره ی تأخیر تا دریافت سفارش به طور متوسط ۶روز، با نوسان ۲روز است. با در نظر گرفتن سطح سرویس دهی ۹۹%، نقطه ی سفارش مجدد عبارت است از:

۱) ۸۵۳/۵۰ ۲) ۷۹۳/۵۰

۳) ۱۰۱۲/۱۰ ۴) ۳۵۴/۷۰

گزینه ۱ صحیح است.

۱۷- میزان تقاضای قطعه ای در یک کارخانه ۱۲۰۰۰ واحد و میزان تولید آن در همان کارخانه ۴۸۰۰۰ ریال است. ارزش هر قطعه ۵۰۰ ریال و هزینه نگهداری هر واحد ۸۰ ریال و هزینه راه اندازی مجدد ۱۰/۰۰۰ ریال است. هزینه کل انبارداری را محاسبه کنید.

۱) ۱۲/۰۰۰ ۲) ۱۰۰/۰۰۰ ۳) ۱۲۰/۰۰۰ ۴) ۱۶۰/۰۰۰

گزینه ۳ صحیح است.

$$EPQ^* = \sqrt{\frac{2DC_R}{C_h(1-\frac{D}{P})}} = \sqrt{\frac{2\times 12000\times 10/000}{80(1-\frac{12000}{48000})}} = 2/000$$

$$TC = \sqrt{2.D.C_R.Ch(1-\frac{D}{P})} = \sqrt{2\times 12/000\times 10/000\times 80(1-\frac{12000}{48000})} = 120/000$$

۱۸- شرکتی یک قرارداد تولید برای ۱۵۰/۰۰۰ قطعه منعقد کرده، این شرکت مواد اولیه را برای ۴۰/۰۰۰ واحد یکجا سفارش می دهد. هزینه هر بار سفارش ۴۰۰۰ ریال و هزینه نگهداری ۳ ریال برای هر واحد در سال است. هزینه های شرکت چند درصد با هزینه بهینه تفاوت دارد؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳)۱۲/۵ ۴) ۲۵

گزینه ۴ صحیح است.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_O}{Ch}} = \sqrt{\frac{2\times 150/000\times 4/000}{3}} = 20/000$$

$$\frac{TC}{TC^*} = \frac{1}{2}(\frac{Q^*}{Q} + \frac{Q}{Q^*}) = \frac{1}{2}(\frac{20/000}{40/000} + \frac{40/000}{20/000}) = 1/25$$

۱۹- تابع توزیع تقاضای محصولی به شرح زیر است. اگر قیمت فروش ۲۰ ریال، بهای تمام شده ۱۲ ریال و بتوان واحدهای اضافی را ۸ ریال فروخت. مقدار سفارش این محصول چند تاست؟

تقاضا	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶
احتمال تقاضا	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۳	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۰۵

۱)۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

گزینه ۲ صحیح است.

هزینه مازاد =۱۲-۸=۴

هزینه کمبود =۲۰-۱۲=۸

CR= $\frac{8}{8+4} = 0/66$

حال احتمال تجمعی تابع تقاضا را محاسبه می کنیم. هر جا که نسبت بحرانی(CR) در آن فاصله قرار گرفت، مقدار تقاضا را مشخص می کند.

تقاضا	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶
احتمال تقاضا	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	۰/۵	۰/۷۶	۰/۹۵	۱

با توجه به نسبت بحرانی فوق، باید چهار واحد سفارش داده شود.

۲۰- اگر هزینه نگهداری ۲ درصد هزینه سفارش دهی باشد، مقدار اقتصادی سفارش برابر است با:

۱) ۱۰ برابر تقاضا ۲) ۵۰ برابر تقاضا ۳) ۱۰ برابر مجذور تقاضا ۴) ۵۰ برابر مجذور تقاضا

گزینه ۳ صحیح است.

Ch= 0/02 Co

$$Q^* = \sqrt{\frac{2Co.D}{Ch}} = \sqrt{\frac{2Co.D}{0/02Co}} = \sqrt{100D} = 10\sqrt{D}$$

۲۱- اطلاعات مربوط به سفارشات خرید نوعی کالا به شرح زیر است:

نقطهٔ سفارش مجدد(ROP) چند است؟

تقاضای سالیانه= ۱۰۰۰ واحد

روزهای کاری در سال= ۲۵۰ روز

میزان اقتصادی سفارش= ۲۰۰ واحد

زمان انتظار تا دریافت سفارش= ۶۰ روز

ذخیرهٔ عینی= ۱۰ واحد

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۹۰ ۴) ۲۴۰

گزینه ۲ صحیح است.

نیاز روزانه $d = \frac{1000}{250} = 4$

ROP = LT . d +M =۶۰ × ۴ +۱۰=۲۵۰

با توجه به Q^*=200 باید ROP=۵۰ باشد.

۲۲- کدام یک از مفروضات مدل میزان اقتصادی سفارش صحیح نیست؟

۱) نرخ تقاضا ثابت و مشخص است. ۲) نرخ سفارش محدود است.

۳) قیمت واحد ثابت است. ۴) هزینه های نگهداری و سفارش دهی همیشه معلوم و ثابت هستند.

گزینه ۲ صحیح است.

نرخ سفارش، در مدل مقدار سفارش اقتصادی(EOQ) محدودیتی ندارد.

۲۳- شرکتی قرارداد تولید ۱۵۰/۰۰۰ واحد محصول را منعقد کرده است. این شرکت هر ۴۰۰۰ واحد مواد اولیه را یکجا سفارش می دهد. هزینه هر بار سفارش ۴۰۰۰ ریال و هزینه نگهداری ۳ ریال برای هر واحد در سال است. شرکت در حال حاضر چه مقدار هزینه اضافی بابت سفارش نکردن به میزان اقتصادی سفارش می پردازد؟

۱) ۱۵/۰۰۰ ۲) ۳۰/۰۰۰ ۳) ۲۰/۰۰۰ ۴) ۴۰/۰۰۰

گزینه ۱ صحیح است.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DCo}{Ch}} = \sqrt{\frac{2\times 150/000\times 4000}{3}} = 20/000$$

$$TC^* = \sqrt{2DCoCh} = \sqrt{2\times 150/000\times 4000\times 3} = 60/000$$

$$\frac{TC}{TC^*} = \frac{1}{2}(\frac{Q^*}{Q} + \frac{Q}{Q*}) = 1/25$$

هزینه اضافه شرکت = ۰/۲۵ × ۶۰/۰۰۰ =۱۵/۰۰۰

۲۴- میانگین مصرف کالایی ۴۵ واحد در روز است که دارای توزیع نرمال با انحراف معیار ۳ واحد در روز است. اگر زمان سفارش ثابت و برابر ۹ روز باشد و ریسک کمبود حدود ۳ درصد باشد، (z =۱/۸۹)، ROP چند است؟

۱) ۴۰۵ ۲) ۴۲۲ ۳) ۴۰۰ ۴) ۳۹۵

گزینه ۲ صحیح است.

$$ROP = \bar{d}.Lt + z\sqrt{Lt}.\delta d = (45\times 9) + 1/89\sqrt{9}\times 3 = 422$$

۲۵- شرکتی سالانه ۲۰۰۰ واحد از قطعه ای را نیاز دارد، هزینه هر بار سفارش ۲۰ ریال است و هزینه نگهداری هر واحد سالی ۰/۵ ریال. در صورتی که سفارش بالای ۱۰۰۰ واحد بدهیم، هر واحد محصول به جای ۲۰ ریال را ۱۹/۵ ریال می خریم تعداد سفارش بهینه در سال چند بار است؟

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۵

گزینه ۱ صحیح است.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DCo}{Ch}} = \sqrt{\frac{2 \times 2000 \times 20}{0/5}} = 400$$

$$TC = \frac{Q^*}{2}.Ch + \frac{D}{Q^*}.Co + P.D. = \frac{400}{2} \times 0/5 + \frac{2000}{400} \times 20 + 20 \times 2000 = 40/200$$

در صورتی که هر بار ۵۰۰ واحد سفارش دهیم، هزینه کل برابر است با:

$$TC = \frac{500}{2} \times 0/5 + \frac{2000}{500} \times 20 + 19/5 \times 2000 = 39/205$$

پس ۵۰۰ واحد در هر بار سفارش به صرفه تر است.

$$N = \frac{D}{Q} = \frac{2000}{500} = 4$$